

29
2 es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

CONTROL DE INVENTARIOS BAJO EL ENFOQUE
MRPII ORIENTADO AL AREA DE SERVICIOS

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA INDUSTRIAL
P R E S E N T A :
CALZADA CRUZ LAURA GUADALUPE

DIRECTOR: M.I. EUGENIO LOPEZ ORTEGA

AGOSTO DE 1998

267395



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a todas las personas que con paciencia y cariño me ayudaron a salir adelante y lograr que este sueño se hiciera hoy una realidad.

Gracias.

ÍNDICE

	Página
Introducción	i
1. El control de inventarios	1
1.1 La importancia del control de inventarios	1
1.1.1 Funciones del inventario	3
1.2 Técnicas para el control de inventarios	6
1.2.1 Cantidad económica a ordenar. ¿Cuánto comprar?	6
1.2.2 Modelo de la cantidad a ordenar (Q) - Punto de reorden (ROP)	16
1.3 Pronósticos	18
1.3.1 Proyección de la historia reciente	18
1.3.2 Modelos de pronóstico causal	24
1.3.3 Pronósticos dictaminados	27
1.3.4 Elección de la técnica de pronósticos	29
2. El concepto MRP II	31
2.1 Antecedentes	31
2.2 MRP (Materials Requirement Planning)	32
2.2.1 Programa Maestro de Producción	33
2.2.2 Lista de materiales	34
2.2.3 Archivo de inventarios	36
2.2.4 Ventajas del MRP	36
2.3 MRP II (Manufacturing Resource Planning)	37
2.3.1 Módulos del MRP II	39
2.3.2 Lógica del procesamiento del MRP II	42
2.4 El enfoque MRP II hacia el área de servicios	44

2.5 El MRP II en los servicios de reparación	46
3. Definición del SASR	51
3.1 En qué consiste el SASR	51
3.2 Cómo está conformado el SASR	55
3.2.1 Módulos del SASR	55
3.3 La similitud del SASR con el MRP II	61
3.3.1 Lógica del procesamiento del SASR	61
3.3.2 Características del MRP II vs. SASR	62
4. El módulo de inventarios	65
4.1 Control de entradas	66
4.1.1 Recepción	66
4.1.2 Clasificación	68
4.1.3 Almacenamiento	69
4.2 Control de salidas	72
4.2.1 Salidas internas	72
4.2.2 Salidas externas	73
4.3 Control de existencias	75
4.4 Devoluciones	77
4.4.1 Devoluciones por venta externa	78
4.4.2 Devoluciones Reparación en proceso	80
4.4.3 Devoluciones Reparación terminada	82
4.5 Actualizar inventarios	84
4.6 Actualizar base de datos	87
4.7 Análisis estadístico	88
4.8 La relación del módulo de 'inventarios' con otros módulos	89
4.8.1 Inventarios – Recepción	90
4.8.2 Inventarios – Compras	91

4.8.3 Inventarios – Costos	92
4.8.4 Inventarios – Caja	93
4.9 La base de datos requerida	93
5. La presentación del módulo de inventarios	95
5.1 Estructura del módulo	95
5.2 Control de entradas	100
5.3 Control de salidas	104
5.3.1 Salidas internas	104
5.3.2 Salidas externas	107
5.4 Devoluciones	112
5.4.1 Devoluciones Reparación en Proceso	113
5.4.2 Devoluciones Reparación Terminada	116
5.4.3 Devoluciones Venta Externa	119
5.5 Actualiza inventarios	122
5.5.1 Inventario total	123
5.5.2 Inventario muestral	126
5.5.3 Inventario dirigido	128
5.6 Actualizar base de datos	129
5.7 Análisis estadístico	132
Conclusiones	136
Bibliografía	
Apéndice	

INTRODUCCIÓN

Desarrollar tecnología o bien, adecuarla a nuestras necesidades específicas puede ser una medida a tomar ante la apertura comercial. No es posible competir en los mercados internacionales con productos de mala calidad y alto costo de producción.

Si bien la apertura comercial nos marca la pauta para redefinir las formas de producción hasta ahora empleadas para hacer frente a la competencia, también nos demuestra que no estamos preparados para ello. Se produce con mala calidad y con altos costos de producción. De esta forma es común hoy en día encontrar productos importados, que aunque no son de buena calidad, son mucho más baratos que los que se producen en el país.

Ante esta situación, nos damos cuenta que hace falta un cambio, pero el cambio no se debe referir únicamente en cuanto a la tecnología utilizada, sino que principalmente, se requiere de un cambio de ideología, es decir, creer que nosotros también podemos hacer las cosas bien.

La mayor parte de las empresas en nuestro país pertenecen a la micro y pequeña empresa, siendo éstas las que generan el mayor número de empleos, sin embargo, padecen de muchos males debido a los cuales, diariamente muchas de éstas desaparecen. Uno de tantos males – y este no sólo ataca a la micro y pequeña empresa, sino en general a la industria mexicana – es el atraso tecnológico. El atraso tecnológico no se refiere únicamente a no contar con tecnología de punta sino a no usar la tecnología adecuada a las necesidades particulares de la empresa. Esto es, se puede estar a la cabeza

en tecnología utilizando métodos desarrollados hace veinte años, pero para ello es necesario entender el mecanismo de éstos.

Un problema en particular que tienen muchas de las empresas es el CONTROL DE INVENTARIOS. Algunas de las causas de este problema son: se desconoce el comportamiento de la demanda, no se planea la producción, no se conoce la capacidad instalada de la planta, no se toman en cuenta en la planeación los tiempos de entrega de los proveedores, etc. Esto nos trae como consecuencia clientes insatisfechos.

Este problema existe desde hace muchos años, y el esquema de producción actual no va de acuerdo a los esquemas establecidos por la globalización internacional. Es decir, mientras que en otros países se han desarrollado e implementado nuevos métodos para mejorar la calidad de los productos y abatir los costos de producción, en nuestro país se continúa produciendo con métodos poco eficientes.

El motivo de esta tesis ha sido el de desarrollar un sistema para el control de inventarios bajo el enfoque del MRP II (Manufacturing Resource Planning), que ayude a ofrecer un mejor servicio en un taller mecánico, evitando interrupciones en la producción (de servicios en este caso), disminuir los costos de almacenamiento, etc.

Debido a un convenio efectuado entre el Instituto de Ingeniería de la UNAM y una empresa de servicios de la iniciativa privada (un taller mecánico

de automóviles Fuel Injection), se acordó el desarrollo de un sistema que administre las operaciones realizadas por ésta última. Este sistema, llamado Sistema de Administración para los Servicios de Reparación (SASR), se ha diseñado bajo el concepto del MRP II.

Los alcances de esta tesis abarcan el Módulo de Inventarios del SASR y se desarrollo de la siguiente manera:

En el primer capítulo de la tesis se presentan algunas de las técnicas existentes para llevar a cabo el control de inventarios, así como algunos métodos utilizados para la realización de pronósticos.

En el capítulo dos se da a conocer brevemente en que consiste el MRP y el MRP II.

El capítulo tres consta de una explicación acerca de lo que es el SASR y sus similitudes con el MRP II.

El capítulo cuatro es el desglose de las funciones realizadas por el módulo de inventarios del SASR y sus relaciones con otros módulos del sistema.

El capítulo cinco nos muestra gráficamente cómo es el sistema desarrollado para el Control de Inventarios del SASR.

1. El control de inventarios

En el presente capítulo se muestran algunas de las técnicas que se han desarrollado para lograr un buen control de inventarios. También se discutirán las funciones que cumplen los inventarios y algunas de las técnicas utilizadas para realizar pronósticos.

1.1 La importancia del control de inventarios

Se debe entender por inventario a las materias primas, materiales en proceso o productos terminados que se encuentran almacenados (detenidos dentro del sistema productivo) en algún lugar dentro de la empresa.

Generalmente, los inventarios pueden clasificarse de la siguiente forma:

a) Inventarios de fabricación. Pertenecen a esta clasificación las materias primas brutas, las piezas y los productos semiterminados que entran en la composición de los productos terminados.

b) Inventarios de productos en proceso. Se refiere a los componentes que se encuentran en las diferentes etapas de fabricación. Estos productos pueden ser almacenados en los locales de fabricación en el caso de que la producción se lleve a cabo mediante etapas sucesivas, como es el caso de una línea de ensamble.

c) Inventarios de productos terminados. Estos productos son el resultado final de todo el proceso de fabricación y se almacenan en las condiciones más apropiadas mientras llega el momento de su expedición o venta.

d) Inventarios MRO (Mantenimiento, Reparación, Operaciones). Los productos que se consideran dentro de este apartado, conocido también como inventario de

abastecimiento, no forman parte integral del producto terminado, sino que son productos auxiliares que intervienen indirectamente en el proceso de fabricación, por ejemplo, aceite, grasa, estopa, jabón, piezas de repuesto para las máquinas, etc.

Al hablar de inventarios se está hablando implícitamente de dinero invertido en activos de una empresa. En estas empresas se vuelve un problema grave no tener un buen control sobre este activo, un problema que incluso la puede lanzar a la quiebra.

Cuando una compañía es pequeña y el número de artículos que maneja en inventario es bajo, ésta puede funcionar muy bien empleando procedimientos informales para la administración de sus inventarios. Sin embargo, cuando la compañía crece y comienza a requerir una mayor variedad de artículos en inventario con diferente velocidad de uso para cada uno, los sistemas informales tienden a crear problemas que pueden traer como resultado, costos elevados e interrupción de la producción. Desafortunadamente, detectar una mala administración de inventarios no es fácil debido a que los síntomas que se presentan varían mucho. Algunos de los síntomas que podrían indicar problemas en el control de inventarios son: a) la cantidad total de inventarios sube más rápido que lo que crecen las ventas; b) se agotan algunos artículos causando interrupciones en la producción o demoras en la entrega del pedido a los clientes; c) el costo de procurar y mantener los inventarios llegan a ser muy altos; d) existen grandes cantidades de mercancías almacenadas para algunos artículos y cantidades muy pequeñas para otros; e) algunos artículos se pierden o quedan mal colocados; además, el desperdicio y la velocidad de obsolescencia son muy altos.

Si bien, los inventarios no representan actividades productivas dentro de la empresa, es decir, no le dan un valor agregado al producto final, es claro que un sistema formal de administración de inventarios puede producir ahorros sustanciales para una compañía, lo que repercute en el costo del producto final. Estos ahorros son realizados en diferentes formas, dependiendo de la situación particular de cada compañía. Algunas fuentes comunes de tales ahorros son: compras a bajo costo (descuento por volumen),

incremento en el aprovechamiento de los fondos internos, bajo costo de operación (transportación, recepción, etc.), bajo costo de producción por unidad, dependiendo de los niveles de producción, mejor servicio al cliente - es decir, tener lo que el cliente pide en el momento oportuno-.

1.1.1 Funciones del inventario

Existen varias razones para mantener un inventario. Estas incluyen protección contra las variaciones de la demanda, mantener un flujo continuo de producción, reducir los costos totales de producción aprovechando los descuentos por comprar al mayoreo. Además, los inventarios pueden actualmente ayudar a incrementar la velocidad de producción y bajar los costos de manufactura.

Si en algún momento la empresa se llegara a quedar sin inventarios, ya sea de materia prima, producto en proceso o producto terminado, el problema que se presentaría podría ser bastante grave, tanto como detener la producción.

En el caso contrario, una empresa que tiene un inventario excesivo -en cualquiera de sus modalidades-, el costo de mantenimiento adicional repercutirá en el costo directo del producto final, lo cual generará una disminución en las utilidades.

En todas las empresas, los inventarios ofrecen una flexibilidad de operación que de otra forma no existiría. Por ejemplo, es muy importante tener a la mano todos los materiales que se requieren para la fabricación de algún producto, así como tener a la mano el producto que nuestros clientes nos estén solicitando.

En la figura 1-1 se pueden identificar los puntos principales que cubren los inventarios en la producción, desde ordenar las materias primas a los proveedores, los materiales -inventario- a través del proceso productivo y finalmente el aprovechamiento de los productos terminados para su consumo.

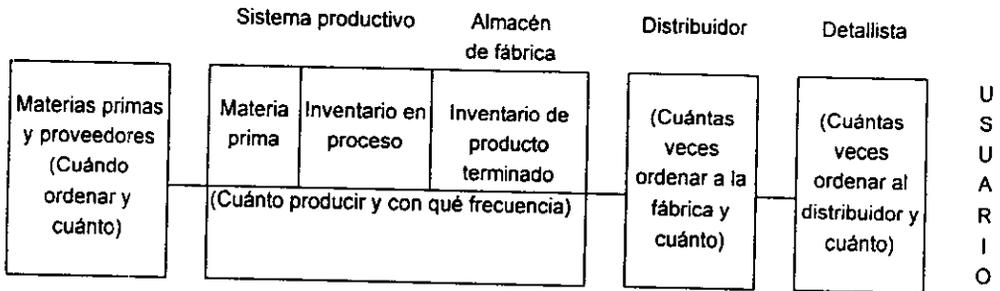


Figura 1-1. Puntos principales que cubre el inventario en la producción.

Dentro de un sistema productivo, los inventarios cumplen con más de una función, las cuales son importantes para el sano funcionamiento de la empresa. A continuación se mencionarán las funciones realizadas por el inventario.

- Eliminación de irregularidades en la oferta.

Una de las funciones de los inventarios consiste en eliminar las irregularidades en la oferta, esto sucede cuando la disponibilidad de la materia prima ocurre únicamente durante un lapso de tiempo, por lo cual es necesario comprar lo suficiente durante el periodo de producción para que dure todo el año. Por ejemplo, el tabaco se cosecha sólo durante los últimos meses del verano, sin embargo, la fabricación de cigarros y puros se efectúa durante todo el año, por lo cual es necesario comprar la cantidad de tabaco suficiente que permita que la producción no se detenga.

- Compra o producción en lotes.

En ocasiones, es conveniente realizar la producción en lotes en una base intermitente, esto sucede cuando la demanda de un artículo no soporta la producción continua. Así, en el tiempo en el que el artículo no se produce, las ventas se realizan en base a las existencias del inventario que se logra acumular durante el periodo de producción. Tal es el caso de un detallista de ropa, que no compra una camisa cada vez que vende una, sino que, escoge mantener un inventario de dichas camisas para que la

compra se pueda hacer en cantidades mayores, permitiendo así costos más bajos y menos papeleo.

- Permitir a las organizaciones manejar materiales perecederos.

Por ejemplo, las plantas empacadoras de fruta; estas operan un determinado tiempo empacando fruta de la temporada actual para mantener un inventario que les permita abastecer la demanda del resto del año. Terminando una temporada, continúan entonces empacando frutas de la temporada siguiente.

- Almacenamiento de mano de obra.

Conceptualmente puede ser difícil pensar en "almacenar mano de obra", sin embargo, esto resulta ser una práctica rutinaria. Por ejemplo, el pico de la demanda de juguetes es durante los meses de diciembre y enero, por esta razón, los fabricantes almacenan el exceso de mano de obra al hacer que sus trabajadores produzcan a una velocidad designada a lo largo de todo el año; después, habiendo convertido la mano de obra en juguetes, mantienen este inventario hasta el momento en que la demanda aumenta con rapidez. Aún si la demanda excede la capacidad productiva corriente, un fabricante pueda abastecer la diferencia de su inventario en ese momento.

Como se ha mencionado anteriormente, el hecho de tener existencias en inventario implica tener dinero almacenado, dinero que, pudiendo estar produciendo se mantiene estático hasta que se expide como producto terminado.

Existen dos decisiones básicas, necesarias para llevar a cabo las funciones de inventario. Estas dos decisiones se hacen para cada artículo del inventario:

a) ¿Qué cantidad de un artículo ordenar cuando el inventario de ese ítem se va a reabastecer?

b) ¿Cuándo reabastecer el inventario de ese artículo?

1.2 Técnicas para el control de inventarios

Debido a la importancia de mantener los inventarios en un nivel óptimo, se han desarrollado varias técnicas que proporcionan las herramientas necesarias para este fin.

Las técnicas desarrolladas para atender el problema del control de inventarios, toman muy en cuenta los costos que adicionalmente éstos representan.

A continuación se presentan algunas de las principales técnicas empleadas en el control de inventarios.

1.2.1 Cantidad económica a ordenar. ¿Cuánto comprar?

Como se mencionó anteriormente, una de las cuestiones fundamentales para llevar a cabo el control de inventarios es ¿qué cantidad comprar cada vez que se requiera reabastecer el almacén?. Para responder a esta pregunta, es necesario conocer los costos en que se incurre cuando se compra tal o tal cantidad, para que de esta forma se logren observar los ahorros o los incrementos de los costos producidos al tomar la decisión de ¿cuánto comprar?

Costos de inventarios

El almacenamiento es una forma de asegurar la continuidad de las operaciones de un sistema de producción. Sin embargo, al mismo tiempo dicha actividad desencadena costos suplementarios, lo que tiene como efecto una reducción en el margen de utilidad. En consecuencia, es necesario que la empresa asegure la continuidad de sus operaciones con una garantía razonable contra la escasez de la materia prima, pero evitando los excesos de inventarios.

Existen dos costos básicos de inventarios:

- Costos de abastecimiento o costos de ordenar.

- Costos de mantener el inventario o de almacenamiento.

Los costos de abastecimiento son básicamente los costos de colocar un artículo en el inventario de la compañía. Se incurre en estos costos cada vez que se coloca un orden y se expresan como costo en dinero por orden. El costo de la orden incluye los gastos inherentes a la emisión de una solicitud de pedido, el transporte, la recepción y la inspección. En el caso del costo del pedido, los gastos que intervienen son los siguientes:

- a) Costo de la mano de obra:
 - Oficina de compras (director, compradores y otros)
 - Almacén (personal dedicado a la recepción de la mercancía)
- b) Gastos inmobiliarios (superficie y mantenimiento de la oficina y del almacén)
- c) Deudas pasivas (intereses sobre préstamos)
- d) Costo del suministro
- e) Comunicaciones
- f) Transporte y distribución
- g) Recepción e inspección.

Los salarios de los empleados encargados de realizar todas estas actividades constituyen el principal costo de ordenar.

Para obtener los incrementos de costos por orden, necesitamos los estimados de costos del departamento de compras, de la bodega de recepción y de la oficina de contabilidad, que cubran sus operaciones a dos niveles de operación, como se muestra en la Tabla 1-1. De esta tabla se observa que las 2 000 órdenes adicionales se estiman que nos cuestan \$79 000; el incremento en costo por orden es $\$79\,000 / 2\,000 = \39.50 .

Categoría de gastos	Salario anual	A 3000		A 5000	
		No. Requerido	Costo anual	No. Requerido	Costo anual
Jefe de depto. de compras	\$20,000.00	1	\$20,000.00	1	\$20,000.00
Compradores	\$12,000.00	3	\$36,000.00	5	\$60,000.00
Asistentes de compradores	\$10,000.00	2	\$20,000.00	3	\$30,000.00
Personas de seguimiento	\$9,000.00	1	\$9,000.00	2	\$18,000.00
Empleados	\$9,000.00	3	\$27,000.00	4	\$36,000.00
Mecanógrafas	\$8,500.00	2	\$17,000.00	3	\$25,500.00
Suministros	-	-	\$500.00	-	\$500.00
Empleados de recepción	\$8,000.00	2	\$16,000.00	3	\$24,000.00
Suministros de recepción	-	-	\$300.00	-	\$500.00
Empleados de cuentas por pagar	\$10,000.00	3	\$30,000.00	4	\$40,000.00
Suministros de contabilidad	-	-	\$450.00	-	\$750.00
Costo anual por ordenar			\$176,250.00		\$255,250.00

Tabla 1-1 Costos por ordenar
(Cantidades en pesos)

Los costos de mantener el inventario llamados también costos de almacenamiento, son básicamente los costos incurridos porque una firma posee o mantiene inventarios. Los costos de almacenamiento incluyen:

a) Valor promedio del inventario (para un año determinado)

b) Intereses sobre la inversión. Es importante tomar en cuenta los gastos correspondientes a los intereses y el rendimiento que se obtendría si el capital se invirtiera en otra cosa. La tasa de interés puede evaluarse en función de la tasa bancaria en curso.

c) Gastos de seguros. Es común que las compañías aseguren sus almacenes contra incendios, robos o contra cualquiera otra forma de daños. Este costo se estima entre el 1 y 3% del valor promedio del inventario.

d) Impuestos prediales. Estos representan de un 2 a un 4% del valor inmobiliario (terreno, almacén).

e) Costo de ocupación. El almacén se deprecia a una tasa entre el 1 y 5% anuales.

En el caso de que el bien inmueble sea rentado, no se tienen éstos dos últimos costos (impuestos prediales y costo de ocupación), pero el pago de la renta sería el costo que sustituye a éstos.

f) Mano de obra. Los salarios pagados a los empleados por el control y la manipulación de los inventarios.

g) Costo de obsolescencia o deterioro. Ciertos productos terminados o el material que se utiliza en la fabricación se vuelven obsoletos con la introducción de nuevos productos o bien, se deterioran con el tiempo. El deterioro puede deberse al almacenamiento, la manipulación u. otras causas. Estos costos pueden representar entre un 4 y un 10% del valor promedio del inventario dependiendo del producto. Por ejemplo, si lo que se almacena es cemento, los costos de obsolescencia serían prácticamente nulos, pero sin embargo, los costos por deterioro podrían ser considerables.

i) El costo del espacio del almacenamiento. Esto puede incluir calefacción, refrigeración o iluminación.

De una forma general, estos costos varían directamente con relación al volumen de inventario (Figura 1-2). Es por ello que dichos costos se expresan como un porcentaje del valor promedio del inventario. En la tabla 1-2 se da un ejemplo de su distribución.

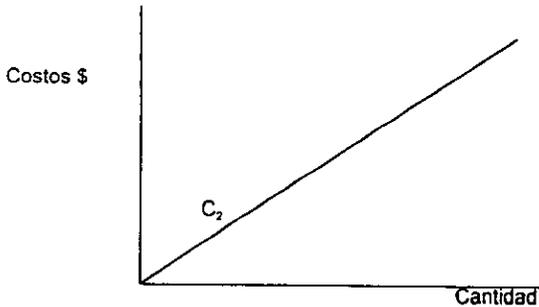


Figura 1-2. Costo de almacenamiento (C_2)

Elementos de gasto	Costos	Porcentaje de valor promedio del inventario
Intereses	\$150,000.00	7.5
Seguros	\$600.00	0.03
Impuestos prediales	\$75,000.00	3.75
Mano de obra	\$60,000.00	3
Ocupación	\$100,000.00	5
Obsolecencia	\$40,000.00	2
Deterioro	\$400.00	0.02
Total	\$426,000.00	21.3
Inventario promedio	\$2,000,000.00	

Tabla 1-2. Distribución de los costos de inventario.

Cantidad económica a ordenar (EOQ)

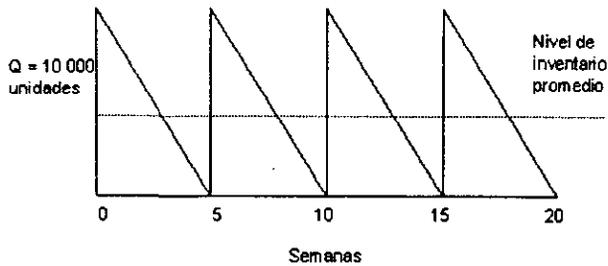
El modelo de la Cantidad Económica a Ordenar (EOQ)¹ es el más antiguo y mejor conocido de los modelos de inventario; sus orígenes datan desde 1915. El propósito de usar el modelo EOQ es encontrar esa cantidad particular a ordenar que minimiza los costos totales de inventarios.

¹ EOQ de sus siglas en inglés (Economic Order Quantity)

Suponemos que el requerimiento anual de un artículo de la materia prima requerida es $R = 2\,000 \times 52 = 104\,000$ unidades, o un promedio de 2 000 unidades por semana. Si ordenamos en lotes de $Q = 10\,000$ unidades, entonces requeriremos de un nuevo lote cada cinco semanas. Cuando un nuevo lote llegue al almacén, tendremos 10 000 unidades de materia prima almacenadas. Si el inventario se consume a razón de 2 000 unidades por semana entonces, al término de la quinta semana, tendremos cero unidades en almacén y el siguiente lote de 10 000 unidades deberá entrar en el sistema. La figura 1-3a ilustra los cambios en los niveles de inventario para este artículo. El nivel del inventario promedio para esta situación es un medio del tamaño de lote, o $Q/2 = 5\,000$ unidades. Ahora bien, si se desea reducir el tamaño de lote para disminuir los costos por mantener el inventario, se incrementan los costos de abastecimiento, ya que aumenta el número de órdenes anuales (figura 1-3b). Si el costo por mantener en inventario una unidad es de $C_H = 0.80$ centavos, y el costo por realizar cada orden es de $C_P = \$20$, entonces los costos de inventario asociados son:

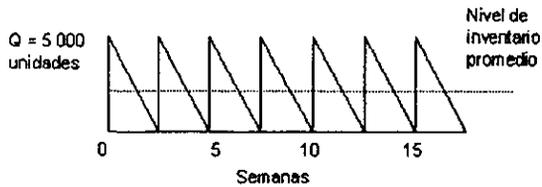
$$\text{Costos anuales por mantener el inventario} = Q/2 (C_H) = Q/2 (0.80) = 0.40Q \quad \text{Ec. 1-1}$$

$$\text{Costos anuales por ordenar} = R/Q (C_P) = (104\,000/Q) (20) = 2\,080\,000/Q \quad \text{Ec. 1-2}$$



Q = 10 000. Es la cantidad comprada de una vez
 $R = 2\,000 \times 52 = 104\,000$ unidades. Requerimientos totales anuales
 $I = Q/2 = 5\,000$ unidades. Inventario promedio

(a)

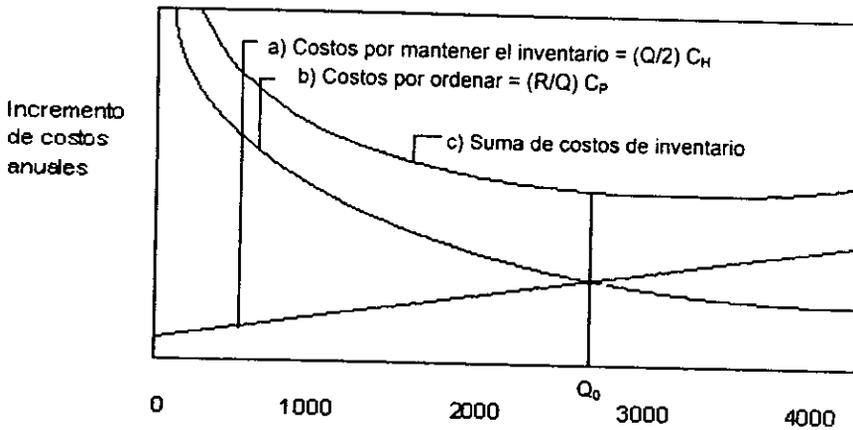


Q = 5 000 unidades
 $R = 104\,000$ unidades por año
 $I = Q/2 = 2\,500$ unidades. Inventario promedio

(b)

Figura 1-3. Efectos del tamaño de lote.

Si graficamos las ecuaciones 1-1 y 1-2, se obtiene la gráfica mostrada en la figura Fig 1-4, donde se observa que la intersección de las 2 curvas representa el tamaño óptimo de lote (EOQ), es decir, el punto donde se minimizan los costos tanto por mantener el inventario como por pedir.



Donde Q_0 = Lote óptimo
 C_H = Costo por unidad de inventario por año
 $Q/2$ = Inventario promedio
 R/Q = Número de órdenes por año
 C_p = Costo por orden

Figura 1-4. Gráfica del incremento de los costos de inventario para distintos tamaños de lote

Existen cuatro fórmulas para calcular la EOQ (Cantidad Económica a Ordenar). Cada una de las cuales producen las mismas respuestas, pero en diferentes unidades. Algunos de los sistemas de inventario prefieren considerar las compras de inventario en términos de *órdenes por año*; otros prefieren tratar en términos de *unidades por orden económica*; el *número de días de abastecimiento* que comprar de una vez, o por el *número de unidades de dinero por orden económica*. Sin embargo, en el presente trabajo, se empleará únicamente la fórmula para calcular la EOQ en términos de unidades por orden económica, ya que lo que nos interesa saber es la cantidad que hay que pedir cada vez que se requiera comprar un nuevo lote de refacciones.

La fórmula desarrollada para obtener el tamaño económico de lote (EOQ) en términos de unidades por orden es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2RCP}{CH}} \quad \text{Ec. 1-3}$$

Sustituimos valores en la ecuación 1-3 para obtener el EOQ.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2RC_P}{C_H}} = \sqrt{\frac{2 \times 104\,000 \times 20}{0.80}} = 2\,280.35 \text{ unidades}$$

Sabiendo que el número de órdenes anuales es R/Q , tenemos que el número óptimo es:

$$\text{Órdenes anuales} = R/Q = 104\,000/2\,280.35 = 45.6 \approx 46 \text{ órdenes}$$

Inventarios con demanda irregular y recepción no instantánea

Hasta ahora se ha hablado de modelos de inventario donde la demanda es constante, sin embargo, en la realidad sucede que la demanda suele tener variaciones a lo largo del año. En la figura 1-3 se muestra una situación en que la demanda es perfectamente constante, mientras que la figura 1-5 ilustra el caso que con generalidad se encuentra en la práctica, uno en que se presentan las irregularidades.

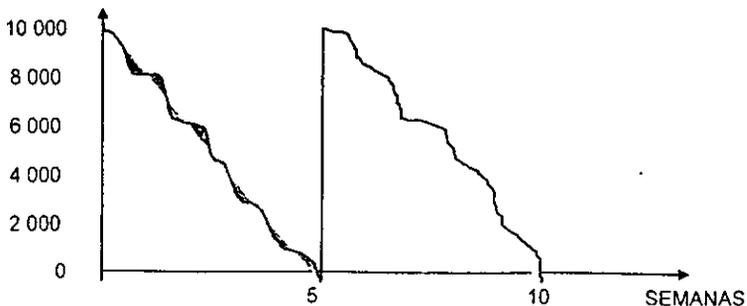


Figura 1-5. Inventario con un uso casi constante. Presenta irregularidades.

Hasta aquí se ha supuesto que la demanda es constante o casi constante y que al recibir una orden, se recibe todo de una vez, es decir, que el inventario se eleva a su máximo nivel instantáneamente. De ahí la línea vertical que se eleva que representa la llegada de un nuevo lote del inventario en la figura 1-6. Sin embargo, en muchos casos, ésta no es una suposición válida porque el vendedor entrega la orden en entregas parciales sobre un periodo. En tales casos el inventario se está usando mientras se está recibiendo el nuevo inventario, y el inventario no se eleva en seguida a su punto máximo. En vez de ello se eleva gradualmente cuando el inventario se recibe más rápido de lo que se está usando; después declina a su nivel más bajo conforme los embarques de llegada se terminan y el uso del inventario continúa. Ver figura 1-7.

En éstos casos se emplea la ecuación 1-4 para obtener Q_p (cantidad de orden de producción)

$$Q_p = \sqrt{\frac{2RCP}{C_H(1 - (r/p))}} \quad \text{Ec. 1-4}$$

donde

- r = Requerimientos o velocidad de uso (diario o semanal)
- p = Velocidad de producción (en el mismo tiempo base para r)
- C_p = Costos de ordenar
- C_H = Costos por unidad de inventario
- Q_p = Costo mínimo de la cantidad de órdenes de producción
- R = requerimientos anuales

Inventario máximo de M.P.



Figura 1-6. Inventario con recepción instantánea

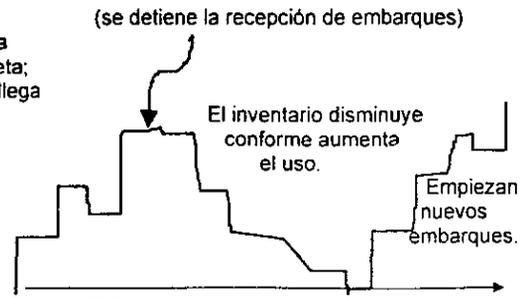


Figura 1-7. Inventario con recepción no inmediata.

1.2.2 Modelo de la Cantidad a Ordenar (Q) - Punto de Reorden (ROP)

Se ha observado que en la fórmula anterior se considera que la demanda anual es conocida, sin embargo, en aplicaciones reales, la demanda no se puede predecir con total certidumbre y el tiempo de entrega varía de una orden a otra. Una consecuencia de estas variaciones es que el inventario puede agotarse si la demanda futura excede lo estimado o si las órdenes se retrasan más de lo esperado.

En el caso de incertidumbre en la demanda, es necesario hacer una ponderación tomando como base los datos históricos en la demanda. Esto se verá más adelante con mayor detalle.

Si la demanda es incierta, el inventario puede declinar y crear pérdidas en las ventas, o un incremento en el almacén, debido a que se recibe una nueva orden Q cuando la orden anterior aún no se termina. Por lo tanto, es necesario seleccionar un tamaño de orden (Q) y un punto de reorden (ROP) que minimicen la suma de las órdenes esperadas, los costos por mantener el inventario y los costos por ventas perdidas u órdenes retrasadas.

Una forma de manejar la demanda incierta es empleando el método Q - ROP (Cantidad por orden - Punto de reorden). Cuando un artículo del inventario llega al punto de reorden, se gira una nueva orden de compra por la cantidad Q.

Se supone que la demanda anual esperada R, para un artículo es de 90 unidades. El costo por ordenar, $C_P = \$5/\text{orden}$; el costo por mantener una unidad por año, $C_H = \$1/\text{unidad/año}$; el costo por perder ventas, $C_S = \$5/\text{unidad}$; y la distribución de la probabilidad para la demanda durante el tiempo de trabajo, DDLT (Demand During Lead Time), se muestra en la Tabla 1-3.

Se determinan los valores de Q y de ROP óptimos.

$$Q = \sqrt{\frac{2R C_P}{C_H}} = \sqrt{\frac{2 \times 90 \times 5}{1}} = 30 \text{ unidades}$$

$$\text{Prob. (DDLT} \geq \text{ROP)} > \frac{C_H}{C_H + C_S \times (R/Q)} > \frac{1}{1 + 5 \times (90/30)} > 0.0625$$

En la tabla 1-3, se observa que la inecuación se satisface con $\text{ROP} = 3$.

Demanda durante el tiempo de trabajo	Probabilidad	Inventario físico antes de llegar una nueva orden	Número de unidades en ventas perdidas
0	0.30	3	0
1	0.25	2	0
2	0.30	1	0
3	0.10	0	0
4	0.05	0	1

$$\text{Demanda esperada durante el tiempo de trabajo} = 0 \times 0.3 + 1 \times 0.25 + 2 \times 0.3 + 3 \times 0.1 + 4 \times 0.05 = 1.35$$

$$\text{Número de ventas perdidas esperadas} = E(S) = 1 \times 0.05 = 0.05$$

$$\text{Inventario físico esperado} = 3 \times 0.3 + 2 \times 0.25 + 1 \times 0.3 = 1.7$$

$$\text{Inventario físico esperado} = \text{ROP} - E(\text{DDLT}) + E(S) = 3 - 1.35 + 0.05 = 1.7$$

tabla 1-3 Cálculo de (Q y ROP), donde $\text{ROP} = 3$

Lo anterior significa que cuando el nivel de inventario llega a 3 unidades, una nueva orden de 30 unidades es colocada.

Es posible reducir los riesgos de inventario agotado si se incrementa el inventario, llamado *inventario de seguridad*, sin embargo, también se incrementan los costos de mantener el inventario así como el riesgo de obsolescencia.

1.3 Pronósticos

Hemos hablado de la importancia que representa llevar un buen control de inventarios, y de que esto se logra conociendo la demanda. Sin embargo, la demanda no es predecible, pero sí pronosticable. Es decir, que con el empleo de ciertas técnicas para realizar pronósticos se puede obtener una buena aproximación de la demanda.

La planeación y el control de las operaciones requieren una estimación de la demanda para los productos o los servicios que la organización espera proveer en el futuro.

El tipo de información que se necesita para la planeación del inventario es significativamente distinta de la información que se requiere para la planeación de las capacidades adicionales. Los pronósticos se pueden direccionar a éstas diferentes necesidades y proveer datos que son apropiados y útiles para la toma de decisiones en los distintos contextos. A continuación analizaremos algunas técnicas de pronóstico enfocadas principalmente para el control de los inventarios.

Tipos de pronósticos

Existen tres clases básicas de pronósticos: pronósticos dictaminados (técnicas cualitativas), proyección de la historia reciente o de extrapolación y modelos de pronósticos causales.

En algunos casos, una combinación de métodos puede ser más apropiada que el empleo de uno solo.

1.3.1 Proyección de la historia reciente

Los métodos de extrapolación usan la historia de la demanda para hacer los pronósticos para el futuro. El objetivo de estos métodos es identificar el patrón de los datos históricos y extrapolar este modelo hacia el futuro. Los patrones futuros tienden a ser extensiones de los pasados.

Desafortunadamente, estas clases de pronósticos trabajan mal cuando se tratan de extender las predicciones a un futuro remoto, porque el pasado no predice con mucha exactitud el punto en el cual las tasas de interés aumentarán o declinarán, el mes en que la demanda de un nuevo vestido comenzará a bajar o el día en que la demanda de la corriente eléctrica estará al máximo en verano próximo. Todos estos picos y valles se llaman puntos de quiebre.

En la tabla 1-4 se describen brevemente algunas técnicas de pronósticos de proyección de la historia reciente, algunos de los métodos mencionados en la tabla se describirán más ampliamente en este capítulo.

	1. Promedios cambiantes o móviles	2. Nivelación exponencial
Descripción	Cada punto de promedio cambiante de una serie de tiempo lo constituye el promedio aritmético o ponderado de cierto número de puntos consecutivos de la serie.	Esta técnica es similar a la de "promedios cambiantes", excepto que se toma más peso a los puntos de datos más recientes.
Precisión		
Corto plazo	Mala a buena	Muy buena
Mediano plazo	Mala	Buena
Largo plazo	Muy mala	Buena
Aplicaciones típicas	Control de inventarios para artículos de bajo volumen.	Control de producción e inventarios, pronósticos de utilidades y otros datos financieros.

Corto plazo Hasta 3 meses
 Mediano plazo 3 meses a 2 años
 Largo plazo Más de 2 años

Tabla 1-4. Algunas técnicas de pronósticos de proyección de la historia reciente, descripción y aplicaciones.

Promedios cambiantes

Los promedios que son puestos al día conforme se recibe nueva información, se conocen generalmente como promedios móviles. La velocidad de la respuesta se controla al ajustar el número de períodos que incluye el promedio móvil y el peso que se asigne a cada uno. El promedio móvil más simple asigna a cada período el mismo peso. Por ejemplo, si deseamos pronosticar las ventas de abril con un promedio móvil de tres meses, promediaríamos las ventas de enero, febrero y marzo. Para el pronóstico de mayo, se elimina enero y se adiciona abril. La tabla 1-5 ilustra un pronóstico de promedio móvil para tres y cuatro meses de la venta de vigas de celosía de la Fitch Lumber Company. De los resultados, se puede notar cómo el pronóstico de promedio móvil de cuatro meses reacciona más lentamente al aumento en ventas; su velocidad de respuesta es amortiguada por el mes extra de datos incluidos en el pronóstico.

Mes	Ventas reales (\$)	Pronóstico con promedio móvil de tres meses	Pronóstico con promedio móvil de cuatro meses
Enero	10		
Febrero	12		
Marzo	13		
Abril	16	$(10+12+13)/3=11.67$	
Mayo	19	$(12+13+16)/3=13.67$	$(10+12+13+16)/4=12.75$
Junio	23	$(13+16+19)/3=16.0$	$(12+13+16+19)/4=15.0$
Julio	26	$(16+19+23)/3=19.33$	$(13+16+19+23)/4=17.75$
Agosto	30	$(19+23+26)/3=22.67$	$(16+19+23+26)/4=21.0$
Septiembre	28	$(23+26+30)/3=26.33$	$(19+23+26+30)/4=24.5$
Octubre	18	$(26+30+28)/3=28.0$	$(23+26+30+28)/4=26.75$
Noviembre	16	$(30+28+18)/3=25.33$	$(26+30+28+18)/4=25.5$
Diciembre	14	$(28+18+16)/3=20.67$	$(30+28+18+16)/4=23.0$

Tabla 1-5. Venta de vigas de celosía, pronósticos de promedios móviles de 3 y 4 meses.

Ni el pronóstico de promedio móvil de tres meses ni de cuatro, hace un buen trabajo en pronosticar la venta de vigas, por lo cual es necesario un pronóstico que

responda más rápido que estos dos. En este ejemplo, la ponderación igual para cada mes puede no ser el mejor enfoque, porque la información más nueva refleja más la tendencia de las ventas. Se podría ponderar el último mes, tanto como los dos anteriores y el penúltimo mes con el doble de peso que el de hace tres meses. De hacerse así, el pronóstico del siguiente mes (simbolizado con F) se basaría en las ventas reales de los tres meses anteriores como sigue:

$$F = \frac{3M_1 + 2M_2 + M_3}{6}$$

Ec. 1-5

donde M_1 = la información del último mes
 M_2 = la información de hace dos meses
 M_3 = la información de hace tres meses

En la tabla 1-6 se ha aplicado la ecuación (1-5) a la situación del ejemplo anterior. Comparando los resultados del promedio móvil ponderado de esta tabla con los obtenidos en la tabla 1-5, vemos que la información más reciente, ponderada con mayor peso ha generado un pronóstico más exacto. Los pesos exactos a usar y el mejor número de períodos a incluir en el pronóstico son algo que se decide mediante experimentación. Si se llega a ponderar el último mes con demasiado peso, se corre el riesgo de que el pronóstico responda demasiado rápido, a lo que pudiera ser un disturbio aleatorio en el patrón de ventas.

Mes	Ventas reales (\$)	Pronóstico con promedio móvil ponderado a tres meses
Enero	10	
Febrero	12	
Marzo	13	
Abril	16	$((3 \times 13) + (2 \times 12) + (10)) / 6 = 12.17$
Mayo	19	$((3 \times 16) + (2 \times 13) + (12)) / 6 = 14.33$
Junio	23	$((3 \times 19) + (2 \times 16) + (13)) / 6 = 17.0$
Julio	26	$((3 \times 23) + (2 \times 19) + (16)) / 6 = 20.5$
Agosto	30	$((3 \times 26) + (2 \times 23) + (19)) / 6 = 23.83$
Septiembre	28	$((3 \times 30) + (2 \times 26) + (23)) / 6 = 27.5$
Octubre	18	$((3 \times 28) + (2 \times 30) + (26)) / 6 = 28.33$
Noviembre	16	$((3 \times 18) + (2 \times 28) + (30)) / 6 = 23.33$
Diciembre	14	$((3 \times 13) + (2 \times 18) + (28)) / 6 = 18.67$

Tabla 1-6. Venta de vigas de celosía con pronósticos de promedio móvil ponderado de tres meses.

En un pronóstico de promedio cambiante, los nuevos datos, conforme llegan, reemplazan a los datos más antiguos. Aunque la exactitud de los pronósticos de promedios cambiantes ponderados aumenta, también se debe observar el aumento (que es bastante considerable) de la carga computacional involucrada para realizar estas operaciones.

Nivelación exponencial

Una técnica conocida como *nivelación exponencial* elimina algunas de las desventajas computacionales de pronosticar con un promedio cambiante ponderado. La nivelación exponencial utiliza sólo un factor de ponderación llamado alfa (α). Así como se intentaron diferentes métodos de promedios cambiantes para obtener un pronóstico más acertado, en este método se experimenta con distintos valores para alfa, para así mejorar la exactitud del pronóstico.

Un pronóstico nivelado exponencialmente para las ventas de vigas de celosía, se puede obtener utilizando la siguiente fórmula:

Pronóstico nivelado para las ventas de este mes = α (ventas del último mes) + (1 - α) (pronóstico previo de las ventas del último mes)

Empleando símbolos, la ecuación queda:

$$P_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) S_{t-1} \quad \text{Ec. 1-6}$$

Por ejemplo, suponiendo que las ventas reales del último mes fueron \$15,000 y se pronosticaron \$16,000 de venta para el último mes. Utilizando la ecuación 1-6 y un $\alpha = 0.4$, el pronóstico de las ventas para este mes serían:

$$0.4 (\$15,000) + (1 - 0.4) (\$16,000) = \$15,600$$

En la tabla 1-7 se muestran los cálculos para un pronóstico nivelado exponencialmente de las ventas de vigas de celosía, usando un $\alpha = 0.4$. Al comparar el

pronóstico ponderado para este mes (columna del lado derecho de la tabla 1-7) con las ventas reales para este mes (columna 2 de la tabla 1-7), se observa que el pronóstico sería lento al reaccionar a un aumento de ventas; además, se puede ver que las ventas reales comenzaron a declinar en septiembre, mientras que el pronóstico comenzó a declinar hasta noviembre. Por esta razón, se puede pensar que, la elección de un alfa mayor se podría obtener un mejor pronóstico.

Mes	Ventas reales	Ventas del último mes	α	α (Ventas del último mes)	$1-\alpha$	Pronóstico previo de las ventas del último mes	(1- α) (pronóstico previo de las ventas del último mes)	Pronóstico nivelado para este mes
(1)	(2)	(3)	(4)	(4) (3)	(5)	(6)	(5) (6)	(4) (3) + (5) (6)
Ene.	\$ 10							
Feb.	12	10	.4	4.0	.6	10.6	6.6	10.6
Mar.	13	12	.4	4.8	.6	11.2	6.4	11.2
Abr.	16	13	.4	5.2	.6	11.9	6.7	11.9
May.	19	16	.4	6.4	.6	12.6	7.1	12.6
Jun.	23	19	.4	7.6	.6	13.5	8.1	13.5
Jul.	26	23	.4	9.2	.6	15.7	9.4	15.7
Ago.	30	26	.4	10.4	.6	18.6	11.2	18.6
Sep.	28	30	.4	12.0	.6	21.6	13.0	21.6
Oct.	18	28	.4	11.2	.6	25.0	15.0	25.0
Nov.	16	18	.4	7.2	.6	26.2	15.7	26.2
Dic.	14	16	.4	6.4	.6	22.9	13.7	22.9

Una estimación inicial



Tabla 1-7. Pronósticos de ventas de vigas de celosías nivelado exponencialmente; $\alpha=0.4$; ventas en miles.

En la tabla 1-8 se muestran los cálculos para un pronóstico nivelado exponencialmente con un alfa de 0.7. Esta vez el pronóstico responde mejor que el obtenido en la tabla 1-7. No sólo muestra el pronóstico de ventas más cercano a las ventas reales, sino que el pronóstico comenzó a declinar en octubre esta vez, sólo un mes después que las ventas reales declinaron. Cabe señalar que alfas mayores no siempre resultan en mejores pronósticos. Si la mayoría de la fluctuación de la demanda mes a mes pareciera aleatoria, puede ser preferible la elección de una alfa pequeña que resulte en una respuesta más amortiguada a la demanda y así disminuir los costos de 'ajuste'.

Mes (1)	Ventas reales (2)	Ventas del último mes (3)	α (4)	α (Ventas del último mes) (4) (3)	$1-\alpha$ (5)	Pronóstico previo de las ventas del último mes (6)	(1- α) (pronóstico previo de las ventas del último mes) (5) (6)	Pronóstico nivelado para este mes (4) (3) + (5) (6)
Ene.	\$ 10							
Feb.	12	10	.7	7.0	.3	10.3	Una estimación inicial 3.3	10.3
Mar.	13	12	.7	8.4	.3	10.3	3.1	11.5
Abr.	16	13	.7	9.1	.3	11.5	3.5	12.6
May.	19	16	.7	11.2	.3	12.6	3.8	15.0
Jun.	23	19	.7	13.3	.3	15.0	4.5	17.8
Jul.	26	23	.7	16.1	.3	17.8	5.3	21.4
Ago.	30	26	.7	18.2	.3	21.4	6.4	24.6
Sep.	28	30	.7	21.0	.3	24.6	7.4	28.4
Oct.	18	28	.7	19.6	.3	28.4	8.5	28.1
Nov.	16	18	.7	12.6	.3	28.1	8.4	21.0
Dic.	14	16	.7	11.2	.3	21.0	6.3	17.5

Tabla 1-8. Pronósticos de ventas de vigas de celosías nivelado exponencialmente; $\alpha=0.7$; ventas en miles.

1.3.2 Modelos de pronóstico causal

Un modelo causal toma en consideración una gran cantidad de información sobre la relación entre lo que se está intentando pronosticar y varias otras variables, incluyendo medidas económicas e indicadores sociales. Los modelos de pronóstico causal más comunes, son la regresión, los modelos econométricos y el análisis de insumo-producto.

Un *modelo de regresión* para pronosticar ventas, relacionaría las ventas a varias otras variables, todas afectando las ventas. Esto se conseguiría estadísticamente usando una variación del método de los mínimos cuadrados.

Un *modelo econométrico* es un sistema completo de ecuaciones que describe la operación de un sistema económico, ya sea de la economía de un país o el mercado en una industria en particular.

El *análisis de insumo-producto* se interesa en los flujos de bienes entre las industrias de una economía a un flujo de servicios entre las ramas de una gran organización.

En el presente trabajo sólo se ilustrará cómo pronostica un modelo de regresión debido a la complejidad de los otros.

Pronóstico con un modelo de regresión

El gerente de la Fitch Lumber Company ha estado preocupado por algún tiempo con los costos de administración de su taller de gabinetes. Por algunos años ha estado estimando costos mensualmente, usando el número de horas de mano de obra directa, como la variable independiente; sin embargo, en los meses recientes, ha notado que sus pronósticos fallan en una cantidad considerable. Se pregunta si añadiendo aún otra variable independiente mejorarían sus pronósticos. Durante los últimos siete meses, el gerente ha llevado un registro no sólo de las horas de mano de obra directa en el taller de gabinetes, sino también en el número total de pies de madera usados en la operación. En la tabla 1-9 se muestran estos datos junto con los gastos de administración para cada mes.

Mes	Administración (miles)	Mano de obra directa (miles)	Pies de madera usados (miles)
Mar.	\$ 3.1	3.9	2.4
Abr.	2.6	3.6	2.1
May.	2.9	3.8	2.3
Jun.	2.7	3.9	1.9
Jul.	2.8	3.7	1.9
Ago.	3.0	3.9	2.1
Sep.	3.2	3.8	2.4

Tabla 1-9. Costo de la administración , horas de mano de obra directa y cantidad de madera usada por mes en el taller de gabinetes de la Fitch Lumber Company.

Mientras que en el ajuste de la línea de tendencia por mínimos cuadrados, X fue el símbolo usado para los valores de la variable independiente, ahora - como se tendrán más de una variable independiente - se añadirán subíndices para distinguir entre ellas (X₁, X₂). En el problema del taller de gabinetes, X₁ representará las horas de mano de obra directa, X₂ los pies de madera usados y Y el gasto administrativo.

Al ajustar la línea de tendencia, se usará una fórmula de estimación:

$$Y = a + bX$$

Ec. 1-7

pero ahora se añadirá otra variable independiente, por lo tanto, es necesario añadir otro término a la fórmula. La fórmula con dos variables independientes es:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad \text{Ec. 1-8}$$

donde Y = el valor estimado de la variable dependiente (costo de administración en este caso)

a = la intercección en Y

X_1, X_2 = valores de las dos variables independientes

b_1, b_2 = pendientes apropiadas para X_1 y X_2

Las ecuaciones para determinar los valores de a, b_1 y b_2 son las siguientes:

$$\sum Y = na + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 \quad \text{Ec. 1-9}$$

$$\sum X_1 Y = a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 \quad \text{Ec. 1-10}$$

$$\sum X_2 Y = a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 \quad \text{Ec. 1-11}$$

En la Tabla 1-10 se ha establecido el problema en forma tabular, así que sólo se tienen que sustituir los valores en las ecuaciones (1-9), (1-10) y (1-11) para obtener los valores de las incógnitas.

Sustituyendo

$$20.3 = 7a + 26.6 b_1 + 15.1 b_2$$

$$77.22 = 26.6a + 101.16 b_1 + 57.41 b_2$$

$$44.0 = 15.1a + 57.41 b_1 + 32.85 b_2$$

Resolviendo

$$a = -1.39563$$

$$b_1 = 0.74614$$

$$b_2 = 0.67696$$

Con estos valores se estiman los gastos de administración a partir de la ecuación 1-8 conociendo los valores de mano de obra directa (X_1) y los pies de madera utilizados (X_2):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad \text{Ec. 1-8}$$

$$Y = -1.39563 + 0.74614 X_1 + 0.67696 X_2$$

Por ejemplo, si en noviembre se utilizan 4.1 miles de horas de mano de obra y 2.5 miles de pies de madera, la administración del taller de gabinetes se puede estimar como:

$$\begin{aligned} \text{Administración} &= -1.39563 + 0.74614 (4.1) + 0.67696(2.5) \\ &= -1.39563 + 3.06 + 1.69 \\ &= 3.35 \text{ (miles)} \end{aligned}$$

Mes (1)	Administración (Y) (2)	Horas de mano de obra directa (X_1) (3)	Pies de madera (X_2) (4)	X_1Y (3) (2)	X_2Y (4) (2)	X_1X_2 (3) (4)	X_1^2 (3) ²	X_2^2 (4) ²
Mar.	3.1	3.9	2.4	12.09	7.44	9.36	15.21	5.76
Abr.	2.6	3.6	2.1	9.36	5.46	7.56	12.96	4.41
May.	2.9	3.8	2.3	11.02	6.67	8.74	14.44	5.29
Jun.	2.7	3.9	1.9	10.53	5.13	7.41	15.21	3.61
Jul.	2.8	3.7	1.9	10.36	5.32	7.03	13.69	3.61
Ago.	3.0	3.9	2.1	11.70	6.30	8.19	15.21	4.41
Sep.	3.2	3.8	2.4	12.16	7.68	9.12	14.44	5.76
	$\Sigma = 20.3$	$\Sigma = 26.6$	$\Sigma = 15.1$	$\Sigma = 77.22$	$\Sigma = 44.00$	$\Sigma = 57.41$	$\Sigma = 101.16$	$\Sigma = 32.85$

Tabla 1-10. Cálculos y datos para las ecuaciones (1-9), (1-10) y (1-11) empleadas en un pronóstico de regresión para el taller de gabinetes de la Fitch Lumber Company.

1.3.3 Pronósticos dictaminados

Estos pronósticos se utilizan cuando no se tiene disponible la información suficiente. Con los pronósticos dictaminados se tratan de cambiar opiniones subjetivas en un pronóstico cuantitativo que se puede usar. El proceso reúne en una forma organizada, juicios personales sobre el proceso que se está analizando. Los expertos de fuera se pueden consultar, se puede reunir un panel de expertos para hacer un pronóstico combinado, o se puede preguntar a una de las organizaciones 'futuristas' formales, qué piensan de la

situación. En cada caso se están tomando en cuenta primordialmente los juicios humanos, para interpretar los datos pasados y hacer proyecciones para el futuro.

En la tabla 1-11, se muestran algunas de las técnicas utilizadas en este tipo de pronósticos, así como algunas de sus aplicaciones.

	1. Método Delphi	2. Grupo de expertos
Descripción	Se interroga a un grupo de expertos por medio de una secuencia de cuestionarios	Esta técnica se basa en la suposición de que varios expertos serán capaces de producir pronóstico mejor que una persona sola
Precisión		
Corto plazo	Regular a muy bueno	Malo a regular
Mediano plazo	Regular a muy bueno	Malo a regular
Largo plazo	Regular a muy bueno	Regular a bueno
Aplicaciones típicas	Pronósticos de ventas a largo plazo y de ventas de productos nuevos, Pronósticos de márgenes	Pronósticos de ventas de productos a largo plazo, y de ventas de productos nuevos, pronósticos de márgenes

Corto plazo De 0-3 meses
 Mediano plazo De 3 meses a 2 años
 Largo plazo Más de 2 años

Tabla 1-11. Algunas técnicas de pronósticos causales, descripción y aplicaciones.

Método Delphi

Conforme los pronósticos del medio social y económico se vuelven más y más necesarios para la toma de decisiones de los gerentes, la opinión de los expertos se vuelve ampliamente utilizada para informar lo que posiblemente suceda. La técnica Delphi se usa para obtener acuerdos entre los 'expertos'. Esta técnica consiste en preguntar a un grupo de expertos en un ambiente en que cada uno de ellos individualmente tiene acceso a la información de cada quien, pero no se divulga la opinión de la mayoría, para prevenir la

influencia indebida sobre alguien. Por supuesto, los expertos llegan algunas veces a equivocarse.

Grupos de expertos

Esta técnica difiere de la técnica Delphi en que no hay secretos y se promueve la comunicación completa entre los miembros del grupo. Aunque este proceso toma en cuenta la opinión de los expertos, el proceso del grupo tiende a influir en el resultado (presión social, opinión mayoritaria, y las personalidades se pueden combinar para producir un consenso que no refleja los verdaderos sentimientos del grupo).

1.3.4 Elección de la técnica de pronósticos

Estos son algunos de los métodos empleados para realizar pronósticos, si bien no son todos, al menos son de los más empleados.

A continuación, se mencionarán los requisitos que tiene que cumplir la técnica de pronóstico que se use para fines de control de inventario y producción:

- No debe exigir el mantenimiento, en el banco de datos, de voluminosas historias de cada renglón, si esto puede evitarse.
- Las estimaciones deberán exigir el menor tiempo posible de computadora.
- La técnica deberá ser capaz de identificar variaciones temporales y tomarlas en cuenta al pronosticar; y, de ser posible, deberá computar el significado estadístico de las temporalidades y deberá eliminarlas cuando no sean importantes.
- Deberá ser capaz de hacer el ajuste adecuado de una curva de los datos más recientes, y adaptarlo rápidamente a los cambios de las tendencias y las temporalidades.

- Deberá ser aplicable a datos de muy variadas características.

• Tendrá que ser lo suficientemente versátil para que cuando tengan que considerarse varios cientos de artículos, haga el mejor trabajo general, aunque quizás no haga tan buen trabajo como otras técnicas respecto a un artículo determinado.

Una de las técnicas de pronósticos que cumplen con estos criterios es la llamada nivelación de exponentes, en la cual se otorga más peso a los puntos de datos más recientes que a los puntos de datos anteriores, y además requiere de muy poco almacenamiento de datos.

La técnica de pronósticos empleada dependerá no sólo del fin que se persiga, en este caso realizar el control de inventarios, sino también de la información que se tenga disponible.

La utilización de sistemas de información, por ejemplo el MRP II, facilita el registro de datos históricos necesarios para la realización de pronósticos.

2. El concepto MRP II

En este capítulo se exponen lo más claramente posible, los conceptos MRP (Planeación de los Requerimientos de Materiales) y MRP II (Planeación de los Recursos de Manufactura), así como el enfoque de este último al área de servicios y cómo se puede adaptar al servicio de las reparaciones.

2.1 Antecedentes

Los primeros mecanismos que se utilizaron para gestionar la producción no implicaban ningún análisis del aspecto de la fabricación, sino solamente se concentraba en el control de las existencias de materias primas. Cuando dichas existencias caían bajo un determinado nivel (normalmente denominado nivel de punto de abastecimiento), se generaba una orden de compra, independientemente de las necesidades de producción en el futuro inmediato. Por tanto, un fabricante que producía varios productos, debía tomar todas sus decisiones de gestión basándose en la información de los niveles de existencias de materias primas y no de las necesidades originadas por el proceso productivo.

En los años setentas se gestó un cambio importante en la utilización de técnicas de inventarios, debido a que la técnica de punto de reabastecimiento muy utilizada en los sesentas, no daba a conocer las necesidades del departamento de producción, sino solamente indicaba la cantidad de artículos que se debía de tener en determinada fecha y no la cantidad de componentes y materia prima que se necesitaba para fabricar dichos artículos.

Se hace patente la necesidad de contar con un sistema de información para la administración de materiales que tome en consideración las demoras específicas de las demandas de materiales en todos los niveles de fabricación.

Con el objeto de integrar el manejo de los materiales a la demanda real del área de producción, en 1970 Orlicky desarrolló en un libro para la IBM los principios de la técnica MRP¹. Dicha técnica se enfocó a un sistema que tomara en cuenta la demanda dependiente. Orlicky utilizó la palabra 'dependiente' para describir toda la demanda de artículos determinados en forma directa por programas de producción para producir artículos relacionados. Por ejemplo, las materias primas, partes o ingredientes fabricados o comprados, aditamentados y accesorios fabriles.

2.2 MRP (Materials Requirement Planning)

El MRP es un sistema de planeación y control computarizado de inventario para la administración de materiales que toma en consideración las demoras específicas de la demanda de materiales en todos los niveles de fabricación. Es un programa con los materiales requeridos en cada período por el programa de producción. El programa de producción está determinado por los pronósticos de ventas provistos por el sistema de información de mercadotecnia. El propósito inicial del MRP es saber en cualquier momento, cuántas unidades existen de cada artículo, cuántas se necesitan y cuándo se necesitan, es decir, anticipa las necesidades de materiales y programa su adquisición.

Para que el MRP cumpla con sus objetivos debe contar con cierta información, la cual es proporcionada por el plan maestro de producción (MPS)², la lista de materiales (BOM)³ y por el archivo de inventarios (figura 2-1).

¹ MRP de sus siglas en inglés (Materials Requirement Production)

² MPS de sus siglas en inglés Master Production Schedule.

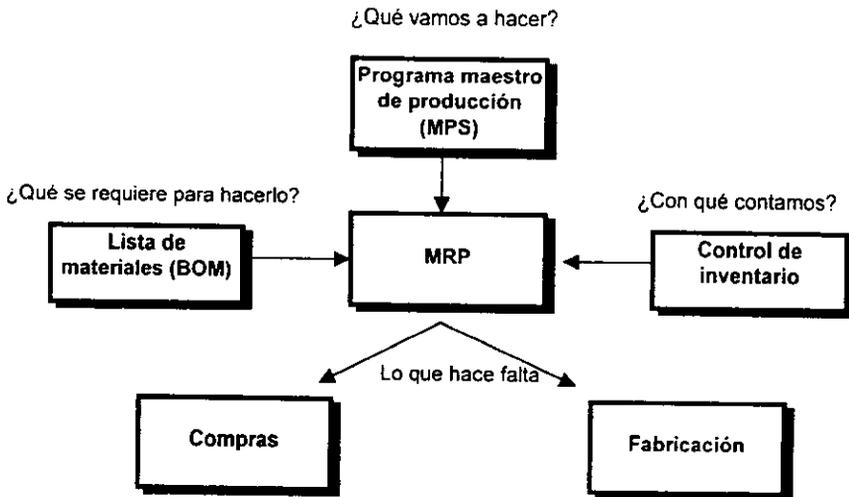


Figura 2-1. Diagrama de estructura del MRP.

2.2.1 Programa Maestro de Producción.

El MRP se inicia con un programa maestro de demanda de artículos terminados. Para períodos de planeación futuros, se enlista la demanda bruta para cada producto terminado. El programa maestro contiene la información acerca de lo que se va a producir, en qué cantidad y los períodos de tiempo necesarios para efectuar la producción.

Los pronósticos de ventas proporcionan información necesaria sobre la posible demanda, y en base a ello se elabora el programa maestro. El período cubierto por el programa puede ser un año o más.

³ BOM de sus siglas en inglés Bill of Material.

El objetivo del MPS es el de balancear los requerimientos con los recursos de la planta disponibles para producir los artículos demandados. También determina los tipos y cantidades de materia prima necesaria para producir los productos finales. La determinación de materiales está hecha por la explosión de la lista de materiales.

Para llevar a cabo los planes de producción fijados por el MPS, es necesario que exista alguna prioridad entre las órdenes de fabricación, para que éstas se procesen de acuerdo a eso. Para dar inicio a la programación de las órdenes, es necesario conocer la capacidad requerida para efectuar las órdenes, así como la capacidad que se tiene disponible (horas-máquina, horas-hombre). En el caso de que la capacidad requerida exceda a la capacidad disponible, entonces se tiene que modificar el plan de producción, o bien la capacidad de la planta. En la tabla 2-1 se muestra cuál es la capacidad disponible en un centro de trabajo.

Centro de trabajo 21 (Taladro)

Periodo (semanas)	1	2	3	4	5	6	7	8
Capacidad requerida (horas)	65	71	49	90	81	95	48	62
Capacidad disponible (horas)	80	80	80	80	80	80	80	80
Saldo	15	9	31	-10	-1	-15	32	18

Tabla 2-1. Capacidad disponible en un centro de trabajo.

2.2.2 Lista de Materiales

En la lista de materiales se especifica la cantidad de componentes y materia prima necesarias para la producción de un artículo.

La lista de materiales se auxilia de un árbol de proceso de fabricación o estructura del producto (como se ilustra en la figura 2-2) para subdividir la demanda del producto en

sus subensambles primarios. Estos subensambles a su vez, se dividen en un segundo, tercero, etc. niveles de subensambles hasta, que en su nivel más bajo, sólo existen artículos que se compran. Si más de una unidad del subensamblé forma parte de la fabricación del siguiente artículo en el próximo escalón del esquema, se usan multiplicadores apropiados para tomar en consideración este hecho. Muchos subensambles se comparten entre varios productos terminados. Por lo tanto, la demanda de estos artículos comunes a todos es la acumulación de las demandas de todos los artículos matriz.

Para obtener la demanda total de materias primas o componentes, se multiplica el número de unidades de productos terminados a producir por la cantidad necesaria de materias primas indicada en la lista de materiales.

Las cantidades totales de materias primas necesarias son llamadas necesidades brutas. Las cantidades de materias primas o de partes compradas que no existan en el almacén y que por lo tanto deben ser compradas, son llamadas necesidades netas.

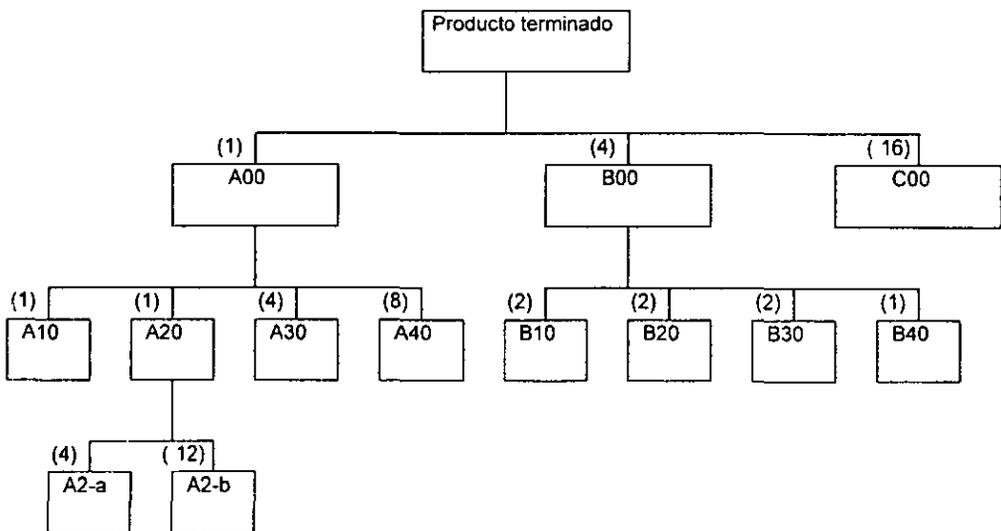


Figura 2-2. Árbol de proceso de fabricación

2.2.3 Archivo de Inventarios

El archivo de inventarios contiene toda la información referente a las existencias en el almacén, que sirve para conocer cuáles son las materias primas con que se cuenta para realizar las órdenes de fabricación. A cada parte o material se le asigna un número único que sirve para identificarla (tabla 2-2).

Clave	Descripción	Existencias	Localización en almacén
A1	Mesa cuadrada	1	A12
A00	Subensamble de mesa	2	A14-b
A10	Tapa de formaica	6	A01
A20	Tapa de madera	6	E14
A30	Bordes de formaica	24	A05
A40	Pegamento (onzas)	120	D16

Tabla 2-2. Archivo de inventario para una mesa (muestra parcial).

2.2.4 Ventajas del MRP

Los sistemas MRP fueron diseñados para crear beneficios en la industria, tales como:

- Reducción en inventario. El sistema MRP indica la cantidad de materia prima, componentes, etc., que se necesita para cada orden de fabricación y cuándo será requerida.
- Mejoras en el servicio al cliente. Se reducen los retrasos en las entregas. Las promesas realistas refuerzan la satisfacción del cliente.

- Tiempo de respuesta. La respuesta es más rápida ante los cambios en la demanda en el programa maestro.
- Incremento de la productividad. Al tener todos los componentes necesarios en los tiempos programados, la producción se realizará con menos interrupciones.
- Mejor uso de las máquinas. Al saber qué es exactamente lo que se va a producir, se puede planear mejor la distribución del tiempo de las máquinas.

2.3 MRP II (Manufacturing Resource Planning)

Mientras que el MRP buscaba sólo conocer las necesidades de los materiales y los recursos anticipadamente, para cumplir con la función de reabastecimiento, el MRP II es una metodología administrativa que incluye la técnica MRP pero considerando la totalidad de las funciones administrativas de la empresa, buscando cumplir con los requerimientos del cliente.

El MRP II es un sistema que intenta incorporar todas las funciones propias del área de manufactura (producción, inventarios, contabilidad, finanzas, mercadotecnia, ingeniería, etc.), con el que se trata de responder a las preguntas ¿qué vamos a hacer?, ¿qué se requiere para hacerlo?, ¿qué tenemos?, ¿qué nos hace falta?, ¿qué pasa sí?.

Ver figura 2-3.

Un sistema MRP II tiene dos características básicas.

1. Es un sistema operacional y financiero. Este aspecto logra que se interrelacionen todas las áreas de la manufactura, incluyendo ventas, producción, ingeniería, inventarios y flujo

de efectivo. Las operaciones de cada departamento son reducidas a datos financieros. La existencia de una base de datos común a todas las áreas de la compañía, permite tener la información actualizada que se requiere para una administración exitosa.

2. Un sistema MRP II es un sistema simulador. El MRP II intenta responder a la pregunta ¿qué pasa si?. El sistema puede ser usado para simular los resultados probables de las alternativas de los planes de producción y de las decisiones de la administración.

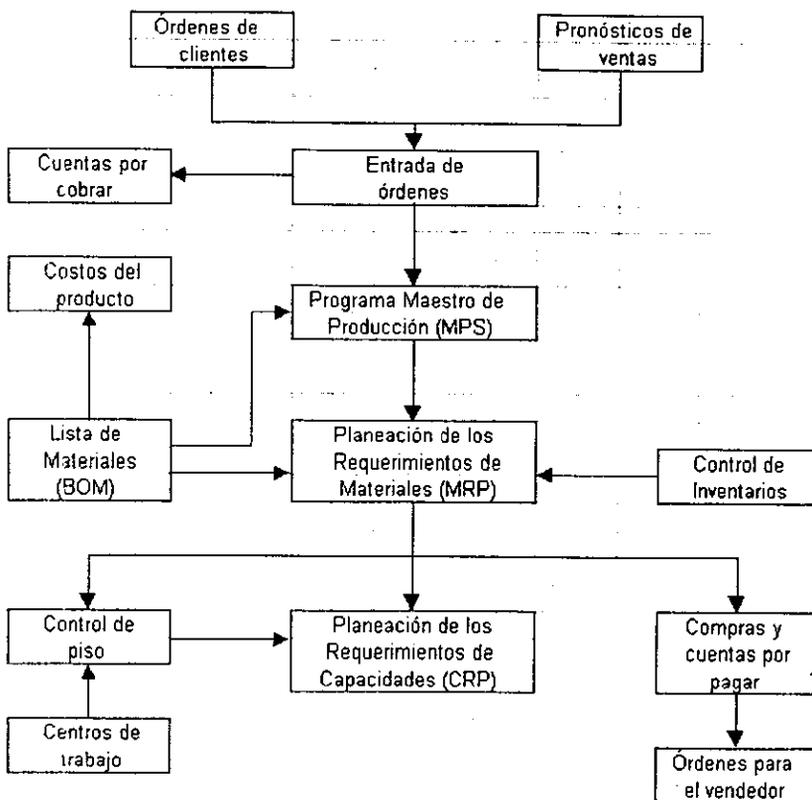


Figura 2-3. Diagrama del sistema MRP II

2.3.1 Módulos del MRP II

Para una mejor comprensión del MRP II, los diseñadores de software han colocado cada una de las funciones realizadas en la manufactura dentro de un módulo. Estos módulos son nombrados de acuerdo a la función que desempeñan, por ejemplo: el módulo de compras o el de cuentas por cobrar. Cada uno de éstos módulos interactúa con los otros para el desarrollo del trabajo en forma integral.

En la tabla 2-3 se enlistan los módulos más comunes que conforman un sistema MRP II.

Módulos del MRP II
Módulo de Compras
Módulo de Control de Inventarios
Módulo de Control de Piso
Módulo de Costos del Producto
Módulo de Cuentas por Cobrar
Módulo de Cuentas por Pagar
Módulo de Entrada de Órdenes
Módulo de Lista de Materiales (BOM)
Módulo de Planeación Maestra de Producción (MPS)
Módulo de Planeación de Requerimientos de Capacidad (CRP)
Módulo de planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)
Módulo de Pronósticos

Tabla 2-3. Módulos del MRP II.

A continuación se describirán brevemente las actividades principales de cada uno de los módulos listados en la tabla 2-3.

Módulo de compras

Este módulo genera las órdenes de compra y da seguimiento a las mismas. El objetivo principal es el de obtener los recursos que hacen falta para llevar a cabo la producción.

Módulo de control de inventarios

En este módulo se llevan a cabo todas las funciones propias para realizar el control de inventario. Se mantiene actualizada la información sobre la localización en el almacén, clasificación ABC, la disponibilidad de cada artículo, así como las funciones indispensables para llevar a cabo la realización de un inventario físico.

Módulo de control de piso

A través de este módulo se reportan las operaciones realizadas de acuerdo a la programación. Monitorea el trabajo en proceso y analiza los faltantes. Almacena y mantiene datos de las rutas estándar de los centros de trabajo para cada parte manufacturada y comprada.

Módulo de costos del producto

Monitorea las variaciones de costos para las partes, órdenes de producción y órdenes de compra. Compara los costos actuales contra los proyectados, utilizando la información actualizada que le proporcionan los módulos de lista de materiales, inventarios, compras y control de piso.

Módulo de cuentas por cobrar

En este módulo se registran y se da seguimiento a todas las cuentas de los clientes. Procesa las facturas, mantiene una historia de ventas de cada cliente e identifica a los clientes con cuentas vencidas. Genera las facturas, los estados de crédito, las cartas de cobranza y las etiquetas de correspondencia.

Módulo de cuentas por pagar

Planea los pagos de acuerdo a las fechas de vencimiento de las facturas de los proveedores.

Módulo de entrada de órdenes

Especifica la forma de la entrada de las órdenes de los clientes al sistema, elabora las facturas; tiene el conocimiento de los embarques de pedidos. Permite hacer consultas sobre el estado de los pedidos. Actualiza los precios.

Módulo de lista de materiales

Contiene la información sobre todas las partes y recursos usados para la fabricación de los productos finales, ensambles, subensambles, etc.

Módulo de programa maestro de producción (MPS)

Mantiene programas y pronósticos por producto o grupo de productos. Integra los datos de demanda del cliente y datos del pronóstico con los del programa maestro para una programación de órdenes precisa. Proporciona el plan grueso de capacidad, donde se proyectan los requerimientos de horas-hombre o centros de trabajo.

Analiza la producción, el pronóstico y la demanda, para una planeación realista.

Módulo de planeación de requerimientos de capacidad (CRP)

Planea los requerimientos de capacidad por centro de trabajo, establece las prioridades, fechas de inicio y de terminación de los trabajos de producción. Es un programa iterativo que balancea las cargas de trabajo de acuerdo a lo establecido por el programa maestro. Se verifica que la capacidad disponible sea la suficiente para soportar el programa maestro, si la producción programada excede a la capacidad disponible, se establecen prioridades en las órdenes de producción y se verifica nuevamente la capacidad. Si esta continua siendo insuficiente, se toman medidas que van desde modificar el programa de producción, o bien modificar la capacidad - trabajar horas extras, aumentar un turno de trabajo, recurrir a la maquila, comprar partes fabricadas -. Una vez que se ha modificado

el CRP, se vuelve a revisar el MPS para verificar que la capacidad disponible sea la suficiente. El proceso se repite hasta que se tiene la capacidad suficiente para soportar el *programa de producción*.

Módulo de planeación de requerimiento de materiales (MRP)

En este módulo se lleva a cabo el balance entre la demanda y el abastecimiento. Responde de manera rápida a la realidad cambiante planeando y replaneando de manera exacta. Conoce exactamente cuando ordenar, producir y entregar.

Calcula los requerimientos de componentes de acuerdo a la demanda del programa maestro.

Módulo de pronósticos

Elabora los pronósticos de venta.

2.3.2 Lógica del procesamiento del MRP II

En este apartado se describirá el proceso empleado por el sistema MRP II para funcionar. También se mencionarán los requerimientos del mismo.

1. El proceso inicia con la llegada de información sobre la demanda de productos generada por los clientes y por los pronósticos de ventas. Esta información es introducida al sistema como órdenes de entrada.
2. La computadora verifica las existencias del inventario, tanto de materias primas como de componentes y partes. Compara la demanda del producto para generar órdenes de compra, en el caso de que falten algunos elementos del inventario indispensables para la producción.

3. Con la información resultante de la verificación del inventario, se genera *el plan de producción*, en el cual se especifican los requerimientos para efectuar la planeación de los recursos, tales como: unidades de materias primas, horas-hombre, horas-máquina, etc. También se especifica para cada mes, los niveles generales de producción para cada línea de productos para un horizonte de uno a cinco años.

4. Se espera que la producción se realice de acuerdo a lo establecido por el plan de producción; que el departamento de ventas coloque todos los productos fabricados y que finanzas asegure los recursos financieros adecuados.

5. Guiado por el plan de producción, *el programa maestro de producción (MPS)* especifica cada semana las cantidades que se deben fabricar de cada producto. En este punto se verifica si la capacidad disponible es adecuada para sustentar el programa maestro propuesto. De no ser posible, la capacidad, o bien, el programa maestro deben ser modificado.

6. El programa maestro se emplea en la lógica del MRP para aportar los requerimientos de materiales y programas prioritarios para la producción.

7. Una evaluación detallada de los requerimientos de la capacidad (Plan de requerimientos de capacidad CRP), determina si efectivamente se cuenta con la capacidad necesaria para producir los componentes específicos en cada centro de trabajo⁴ durante los periodos programados. De no ser así, se revisa el programa maestro para conocer la capacidad disponible limitada. Esto se realiza el número de veces que sea necesario hasta que la capacidad disponible coincida con los requerimientos.

8. Se ejecuta el plan, generándose para ello los programas de compras y los programas de taller. De estos programas se determina las cargas de los centros de trabajo, los

⁴ Centro de trabajo. Conjunto de maquinaria, equipo y obreros que laboran en una misma área de trabajo.

controles de taller y las actividades de seguimiento de los vendedores para asegurar si se implementará el programa maestro.

2.4 El enfoque MRP II hacia el área de servicios

Se ha mencionado que el sistema MRP tuvo sus inicios en el área de manufactura y que, posteriormente se desarrollo el MRP II, con el cual se logran incorporar todas las áreas de la manufactura para conseguir el desarrollo integral de la empresa.

Sin embargo, actualmente, no sólo en México sino en muchos otros países, la industria de los servicios ha tenido un incremento considerable durante las últimas décadas, lo cual nos lleva a pensar en la posibilidad de implementar un sistema tan efectivo como el MRP II en el área de servicios para lograr con ello brindar una respuesta más rápida a las solicitudes del cliente.

El problema principal para implementar un MRP II en el área de servicios es principalmente, la falta de definición de los productos (servicios) que se ofrecen. Por ejemplo, en los servicios bancarios, un tipo de servicio es el de pago de servicios, el cual llega a presentar un gran número de variantes. Estas variantes pueden deberse a la forma de pago (efectivo o cheque), o si el pago se realiza durante el plazo especificado o si es un pago vencido, etc.; éstas circunstancias hacen que los procedimientos a seguir para llevar a cabo la operación cambien de acuerdo a las circunstancias de la misma.

Otro de los problemas que dificultan el uso de un sistema de este tipo es la aleatoriedad de la demanda. Este problema se resuelve en manufactura gracias a los inventarios que permiten que exista continuidad en la producción. Sin embargo, en el área de servicios no se pueden almacenar servicios. Por ejemplo, un banco no puede

almacenar cambio de cheques o de divisas, porque se requiere necesariamente del cliente y del servicio que desee realizar.

A pesar de estos problemas, es factible adaptar algunos de los sistemas empleados en manufactura, en este caso un MRP II, al área de servicios. Para lograrlo, se necesitan tomar las siguientes medidas.

1. Definir exactamente los productos (servicios) que se ofrecen. Por ejemplo: pago del servicio telefónico en efectivo dentro del periodo especificado.
2. Identificar plenamente las actividades que se llevan a cabo para la realización de cada uno de los productos (servicios).
3. Reconocer las similitudes entre las actividades propias del área de manufactura y las del área de servicios.
4. Ajustar las funciones del MRP II de acuerdo a las necesidades de la empresa. (Ver tabla 3-4).

Si bien, en este último paso no será posible adaptar completamente las funciones del MRP II, al menos se podrán adaptar las funciones que sean necesarias dentro del área de servicios.

Manufactura	Servicios
Producto	Tipo de servicio
Centro de trabajo	Centro de servicio
Programación de la producción	Programación de los servicios
Ruta de producción	Trámites
Capacidad de producción	Capacidad de servicio
Órdenes de producción	Órdenes de servicio
Tiempo de producción	Tiempo de servicio
Los productos pueden ser almacenados	La capacidad de servicio no se almacena, se utiliza en el momento en que el cliente lo requiere
La demanda es variable sobre bases semanales, mensuales y anuales	La demanda es generalmente variable sobre la base de horas y días

Tabla 2-4. Definición de productos y conceptos para adaptar un MRPII en el área de servicios.

2.5 El MRP II en los servicios de reparación

Anteriormente se observó que es posible la adaptación de un sistema MRP II en el área de servicios. Ahora trataremos de adaptar un MRP II en el área de los servicios, específicamente en el área de las reparaciones automotrices.

Hasta ahora se han desarrollado diversos sistemas de información que permiten el mejor desarrollo de las empresas no sólo de manufactura sino también en el área de servicios, tal es el caso de hospitales, bancos, supermercados e incluso talleres automotrices. Sin embargo los sistemas desarrollados son sólo sistemas parciales, es decir no incluyen a todas las áreas de la empresa, sino que sólo atienden funciones como el control de inventarios, de facturación, etc.; Lo que se pretende con integrar un sistema MRP II en el área de los servicios y en particular a los servicios de reparación, es establecer una verdadera comunicación y coordinación entre todas las áreas de la empresa.

Recordando que las funciones principales del MRP II en el área de la manufactura son las de establecer qué es lo que hay que hacer, qué se necesita para hacerlo, qué tenemos, qué nos falta, cuánto tiempo se requiere. Notamos que en el caso de los servicios de reparación se tienen necesidades similares por atender, que se requiere de un sistema que responda con la misma eficiencia a las necesidades que se presenten.

Se ha mencionado que el problema principal para la implantación del MRP II en el área de servicios es la definición del producto. Pues bien, en el área de las reparaciones automotrices, el producto se definiría como el binomio (modelo de automóvil⁵ - tipo de reparación a realizarle). Ahora bien, si un taller mecánico automotriz se encarga de realizar únicamente afinaciones, el taller no ofrecerá sólo un producto, sino tantos productos como variantes se encuentren en los tipos de automóviles existentes en el mercado que requieran de una afinación (número de cilindros, sistema de inyección, tipo de refacciones, etc.). Por lo tanto, algunos ejemplos de los productos que este taller pudiera ofrecer son: afinación a automóviles de inyección electrónica de 6 cilindros que requieran refacciones idénticas, afinación a automóviles de inyección electrónica de 8 cilindros que requieran refacciones idénticas, etc.

En los servicios de reparación existe un problema que dificulta la determinación del producto a realizar cuando llega un automóvil al taller, y el problema surge cuando la falla del automóvil no queda bien especificada, por lo tanto, para definir el producto, primero es necesario realizar un diagnóstico para establecer cual es la falla.

También es necesario establecer detalladamente los pasos a seguir para lograr la producción de los servicios que se ofrecen. Se determinan tiempos y rutas de reparación necesarias para la programación de las reparaciones. Así, cada una de las personas que intervienen en el proceso, desde la recepción del automóvil, hasta que se termina la reparación, conocerán cuáles son las actividades que deben desarrollar en cuanto llegue

⁵ Se tendrá que considerar como un modelo de automóvil al conjunto de vehículos que comparten ciertas características. Ver en el apéndice la definición de modelo.

un automóvil al taller. De esta forma se podrá tener una respuesta más eficiente ante la demanda de los clientes, disminuyendo las demoras, teniendo a la mano las herramientas y refacciones necesarias.

Ahora bien, un sistema de información que se adapte a las necesidades informáticas de un taller, puede resolver este tipo de problemas.

Para que un taller pueda ofrecer una respuesta rápida y eficiente ante la demanda de sus clientes, es necesario que todas las áreas estén bien coordinadas, es decir que exista comunicación adecuada entre ellas.

Para identificar las similitudes entre las actividades propias de la manufactura y las de un taller, es necesario conocer dichas actividades. En la figura 2-3, se observa un diagrama de un MRP II, en donde se ilustran cuáles son los módulos que se necesitan para llevar a cabo las funciones necesarias en manufactura. Basándonos en esa figura podemos identificar cierta similitud en los conceptos empleados en el área de los servicios con los de la manufactura. En la figura 2-4 se observa como se pueden adaptar estos conceptos.

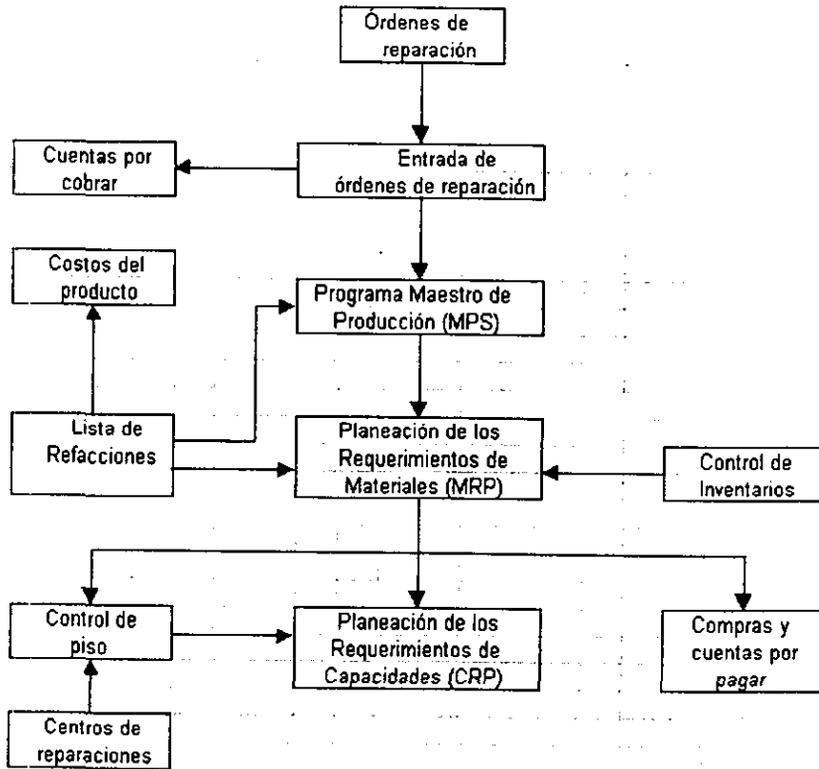


Figura 2-4. Funciones del MRPII adaptadas a los servicios de reparación

En primer lugar observamos que la entrada al sistema no serán órdenes de producción propiamente dichas, sino que serán órdenes de reparación. En este caso el MPS (Programa maestro de producción), se encargará de la programación de los automóviles a reparar.

La lista de refacciones indicará cuáles y cuántas refacciones se necesitan dependiendo del producto (modelo, reparación).

La función del MRP será la de abastecer las refacciones y materiales en el tiempo oportuno.

El CRP (Planeación de los Requerimientos de Capacidad) dará información acerca de la capacidad del taller para poder llevar a cabo la programación de las reparaciones dependiendo de los centros de trabajo (de reparación) con que se cuente.

El control de piso informará sobre las reparaciones que se están llevando a cabo en los centros de reparación; las reparaciones que se han realizado; los centros de reparación que se encuentran desocupados esperando el siguiente auto, etc.

Compras se encargará de reabastecer lo que vaya necesitando el taller: refacciones, materiales, papelería, etc.

Ahora que hemos observado que existen similitudes entre las necesidades de una planta manufacturera y un taller automotriz, podemos comenzar los ajustes necesarios en un sistema MRP II para satisfacer las necesidades de información del taller.

En capítulo 3 se muestra un ejemplo de lo que puede ser un sistema MRP II enfocado al área de los servicios de reparación.

3. Definición del SASR¹

La empresa MEX-FEY en conjunto con el Instituto de Ingeniería se han propuesto desarrollar un sistema que logre administrar eficientemente todos los recursos con los que cuenta un taller mecánico. Para ello, ha sido necesario identificar cuáles son los procesos que se llevan a cabo en el taller, conocer cuáles son los recursos con los que cuentan, así como las necesidades de información. De esta forma, se lograran establecer las metas y los objetivos que el sistema por desarrollar deberá alcanzar.

A dicho sistema se le nombró 'Sistema de Administración para los Servicios de Reparación (SASR)', y está basado en la metodología MRP II.

Entre las operaciones que se realizan en el taller se encuentran las siguientes: asignar los recursos materiales del taller de acuerdo a las necesidades de trabajo, programar las reparaciones de los automóviles, llevar un buen control de inventarios de refacciones y de reabastecimiento de las mismas. También se tienen funciones del tipo administrativo tales como contabilidad, flujo de efectivo, recursos humanos, costos.

3.1 En qué consiste el SASR

El SASR, así como el MRP II, está constituido por un conjunto de 'módulos', en cada uno de los cuales, se realizan operaciones específicas.

Los módulos que conforman el SASR son los siguientes:

- Recepción
- Procesos de reparación
- Inventarios
- Compras

¹ SASR Sistema de Administración para los Servicios de Reparación.

- Caja
- Contabilidad
- Control de piso
- Personal
- Costos

La figura 3-1 muestra los módulos que conforman el SASR.

Cada módulo contendrá información propia, para lo cual contarán con una base de datos donde se almacene la información necesaria para su desarrollo así como la información que se genere durante el tiempo de operación del módulo.

Debido a que los módulos interactúan unos con otros, también se podrá acceder a la información de los módulos con los cuales se tenga relación.

Cada uno de los módulos se encuentran a su vez conformados por una serie de submódulos, por ejemplo, el módulo de 'compras' esta dividido en los siguientes submódulos: control de pedidos, control de proveedores, actualizaciones y análisis estadístico. A cada de submódulo le corresponden actividades cada vez más específicas, así, en el submódulo *control de pedidos* es donde el encargado de las compras realiza el pedido, de acuerdo a los requerimientos del taller, eligiendo el proveedor más adecuado en cuanto a confiabilidad y mejor precio, mientras que el submódulo de *control de proveedores* es donde se califica a los proveedores y se dan de alta o baja en la base de datos de 'compras' (figura 3-2).

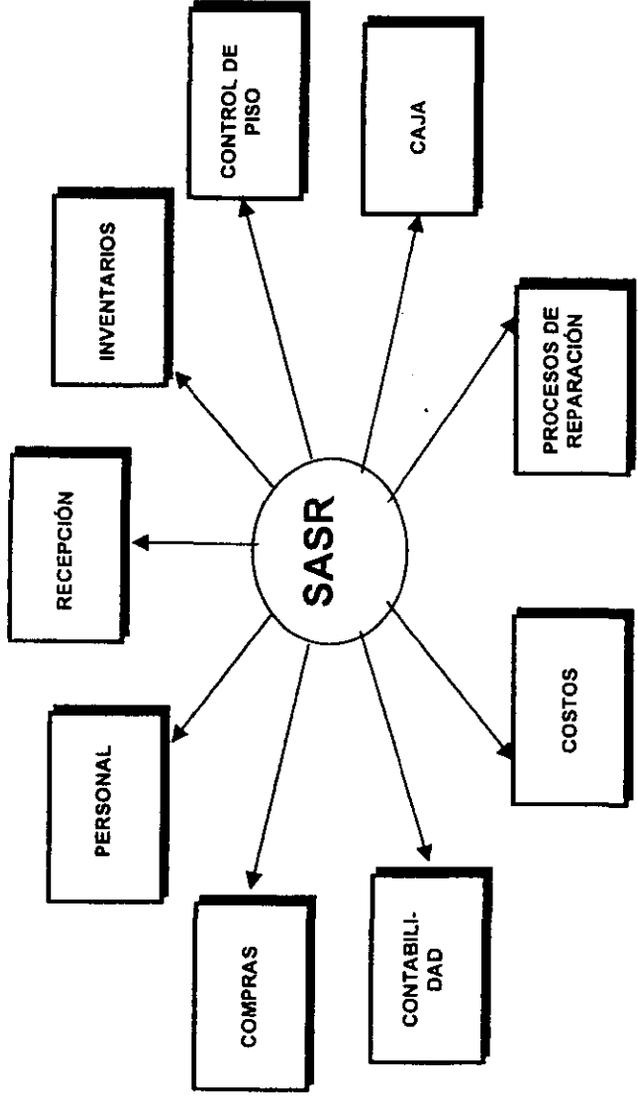


Figura 3-1 El SASR y los módulos que lo conforman.

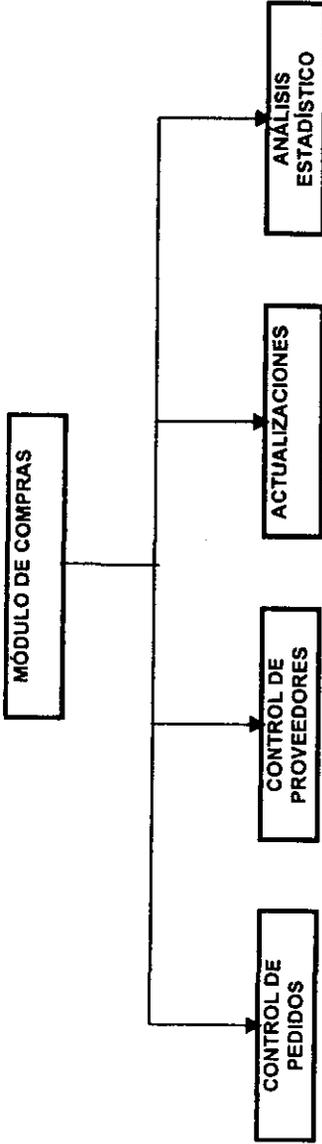


Figura 3-2. Submódulos del módulo de compras (SASR).

3.2 ¿Cómo está conformado el SASR?

Como se explicó anteriormente, el SASR está constituido por varios módulos, y éstos a su vez por varios submódulos.

En este punto se mostrará la forma en que están relacionados los módulos, así como los submódulos que constituyen a algunos de éstos.

La figura 3-3 muestra la conformación del SASR y sus interrelaciones.

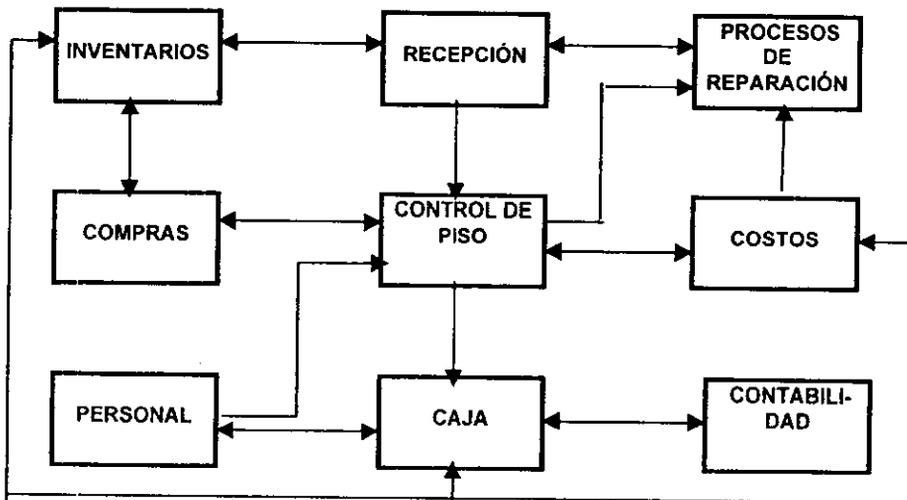


Figura 3-3. Relaciones entre los módulos del SASR.

3.2.1 Módulos del SASR

El SASR contiene 9 módulos básicos, dentro de cada uno de ellos existen varios submódulos donde se realizan operaciones específicas.

Módulo de recepción

El módulo de recepción es el módulo principal del SASR debido a que es donde se inicia el proceso de producción. Este módulo tiene relación de una forma directa o indirecta con todos los módulos del sistema.

El proceso se inicia con la recepción del automóvil. Se toman los datos del auto y del cliente; se determinan las reparaciones que se le han de realizar, y con esta información se puede establecer la hora de entrega al cliente y el presupuesto del servicio.

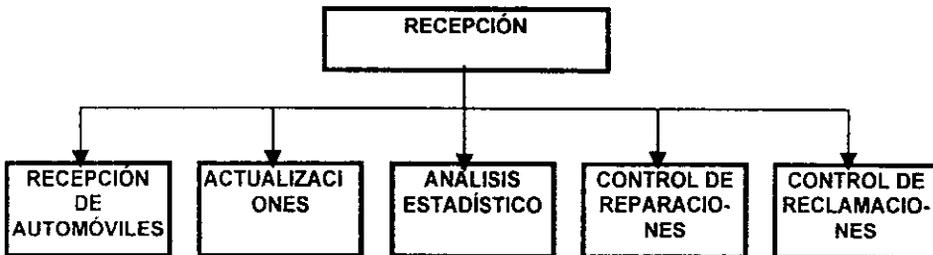


Figura 3-4. Submódulos del módulo de recepción.

Módulo de inventarios²

El módulo de inventarios tiene por objetivo mantener la continuidad de la producción (reparaciones), brindando las refacciones necesarias para ello. Debido a que el taller podría contar ventas externas, el módulo se encargará también de estas funciones. A través del módulo se podrá llevar a cabo el inventario físico de la refaccionaria, se encargará de la recepción de embarques de refacciones, de mantener la base de datos actualizada, etc.

² Las funciones de este módulo se expondrán más ampliamente en el siguiente capítulo.

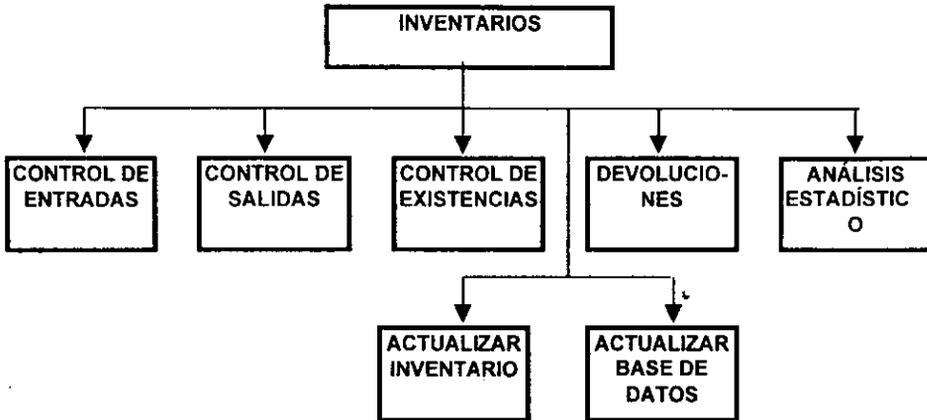


Figura 3-5. Submódulos del módulo de inventarios.

Módulo de procesos de reparación

Este módulo contiene los tiempos de reparación, la capacidad de los centros de reparación³, las rutas de reparación, los modelos⁴ de automóviles y la lista de materiales.

Con la información proporcionada por este módulo se hace factible la programación de las reparaciones, proporcionar la hora de entrega y el presupuesto (funciones realizadas por el módulo de recepción).

³ Centros de trabajo

⁴ Ver definición de modelo en el apéndice.

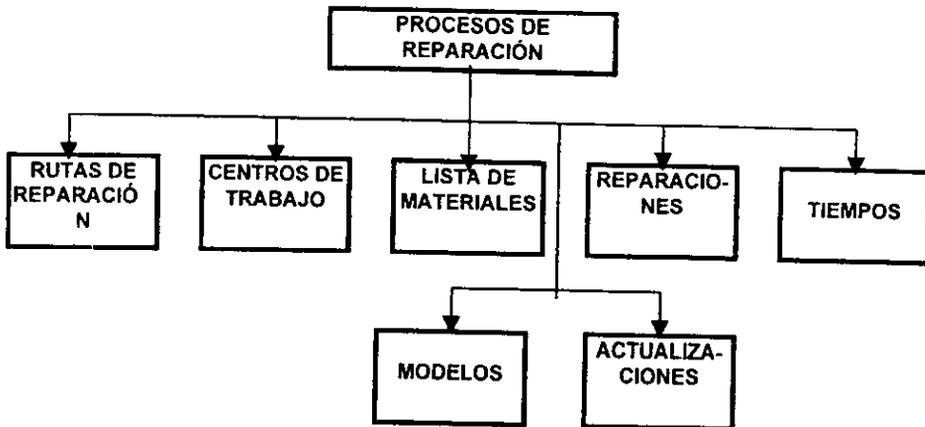


Figura 3-6. Submódulos del módulo Procesos de Reparación.

Módulo de compras

La función principal del módulo de compras es la de reabastecer el almacén. Este módulo cuenta con la información de los proveedores y la información de las necesidades del almacén (esta última es brindada por el módulo de inventarios). Genera las órdenes de compra y da seguimiento a las mismas.

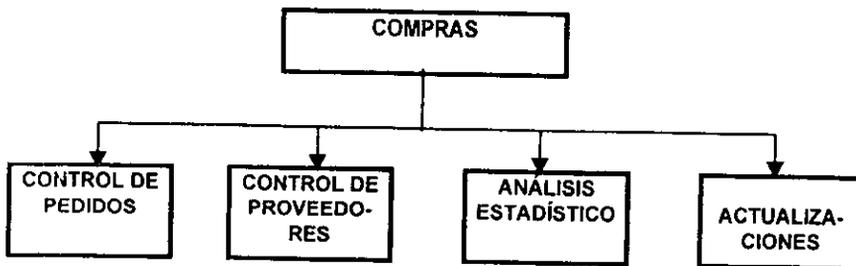


Figura 3-7. Submódulos del módulo de Compras.

Módulo de control de piso

En este módulo se controlan todas las actividades del taller, es decir, se verifica que las reparaciones se efectúen según la programación previa. También se reportan las eventualidades que impiden, en un momento dado proseguir el trabajo. Con este reporte el módulo de recepción puede reprogramar las reparaciones de ser preciso.

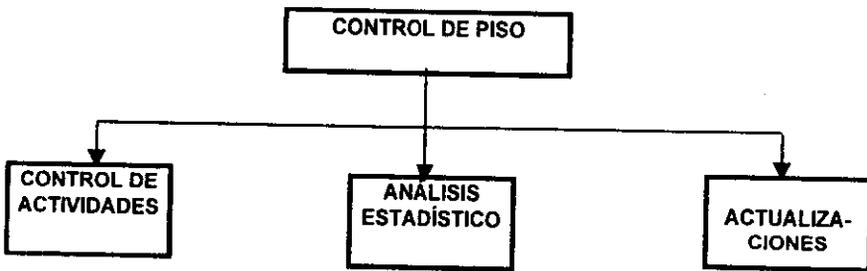


Figura 3-8. Submódulos del módulo Control de piso.

Módulo de costos

El módulo de costos proporciona todos los costos relacionados con las operaciones del taller: costo de refacciones, mano de obra, costos indirectos. Con la información de este módulo, se puede definir la política de precios por parte de los administrativos del taller.

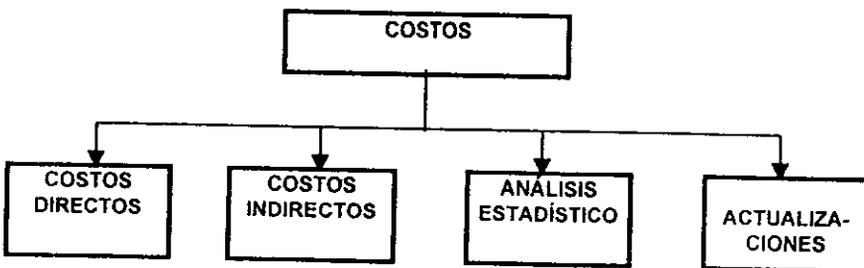


Figura 3-9. Submódulos del módulo Costos.

Módulo de personal

En este módulo se tienen registrados los datos del personal que labora en el taller, tal como el puesto que desempeña, horario de trabajo, salario, forma de pago (por jornada o por destajo), puntualidad, asistencia, etc.

Con base en el reporte de asistencia, se dan de alta los centros de reparaciones dependiendo si el o los trabajadores responsables de éstos ya se presentaron.

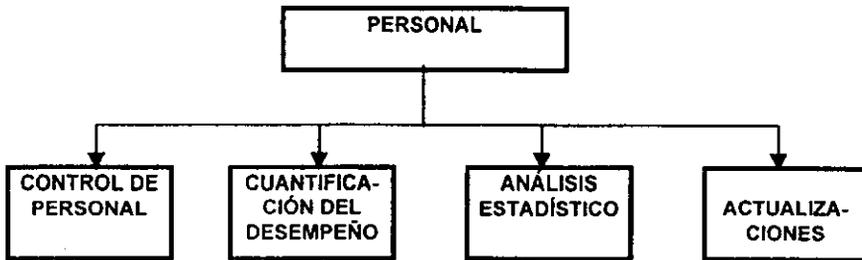


Figura 3-10. Submódulos del módulo Personal.

Módulo de caja

El módulo de caja se encarga de controlar los ingresos y los egresos monetarios del taller. También cuenta con un caja chica, con la cual se puede responder a las necesidades más inmediatas, tales como la compra urgente de alguna refacción, el reembolso de pequeñas cantidades de dinero a clientes inconformes, etc.

Este módulo también se encargará de las funciones de tesorería.

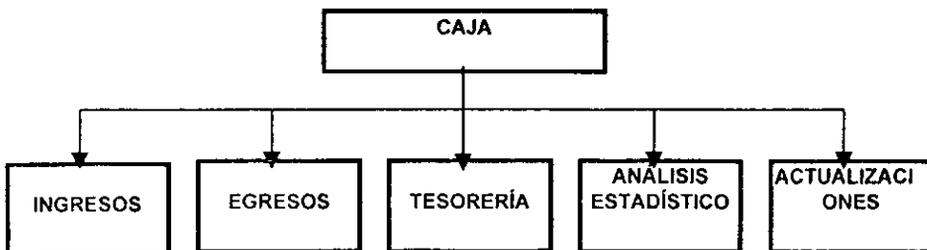


Figura 3-11. Submódulos del módulo Caja.

Módulo de contabilidad

Para efectuar las funciones contables se adaptará al SASR un paquete comercial que cumpla con estos fines.

3.3 La similitud del SASR con el MRP II

Se ha mencionado anteriormente que el SASR se ha desarrollado siguiendo la metodología del MRP II. También, en el capítulo anterior se describió la lógica de procesamiento del MRP II, ahora se presentará la lógica del SASR. A partir de esta lógica se podrán observar algunas analogías entre los dos sistemas de información (MRP II vs. SASR).

3.3.1 Lógica del procesamiento del SASR

1. Así como el MRP II inicia su proceso con la llegada de información de órdenes de clientes, así también el SASR inicia con la llegada de los automóviles.

El vehículo llega al de 'recepción'⁵ donde se diagnostican los problemas de funcionamiento de este, para saber exactamente la(s) reparación(es) que se le han de realizar - se identifica el producto que se está demandando -.

2. De acuerdo al producto (modelo, reparación), se verifican las existencias de las refacciones (módulo de inventarios y costos), la capacidad disponible de los centros de reparación donde se puede realizar el producto (procesos de reparación), y la mano de obra disponible para ello (procesos de reparación y personal).

3. De los resultados de la consulta anterior, 'recepción' puede ofrecer al cliente un presupuesto inicial y la hora en que será entregado el vehículo.

⁵ 'recepción'. Generalmente las palabras encerradas en apóstrofes indicarán que se habla de un módulo del SASR, en este caso se trata del módulo de recepción.

4. Si con la información anterior que se proporciona al cliente, este acepta dejar su auto en el taller, 'recepción' puede entonces programar las reparaciones del vehículo. Se apartan los recursos necesarios, tales como refacciones, mano de obra, herramienta y tiempo. 'Recepción' indica la hora en que el vehículo tiene que entrar en reparación, en qué centro se ha de reparar, las refacciones necesarias (proporcionadas por la lista de materiales), incluso el mecánico que debe realizar la reparación.

5. 'Control de piso' verifica que las reparaciones se realicen de acuerdo a lo programado, notificando cualquier contratiempo que se presente y que puede retrasar las reparaciones a 'recepción' para que se tomen las medidas pertinentes (reprogramar a algún vehículo, generar una requisición de compra inmediata en caso de que el almacén se quede sin alguna refacción necesaria para la reparación que se está procesando, avisar al cliente la magnitud en el retraso, etc.).

6. Al concluir la reparación, 'control de piso' informa si la reparación se llevó a cabo bajo los términos previamente establecidos, quién fue el que efectuó la reparación, el tiempo en que ésta se llevó a cabo. Todo esto por varios motivos. Uno de ellos es para generar la factura del cliente (módulo de caja); para medir el nivel de desempeño de los trabajadores y ajustar los tiempos en los que se realizan las reparaciones; y para asignar otro vehículo en el centro de reparaciones que se haya desocupado (se reinicia el ciclo de trabajo).

3.3.2 Características del MRP II vs. SASR

En el capítulo anterior se comentó que es necesario hacer algunos ajustes al MRP II para adaptarlo al área de servicios. En la siguiente tabla se observan los ajustes realizados para el SASR.

Se le llama producto al binomio formado por el modelo y la reparación. Así mismo, un modelo corresponde a un conjunto de vehículos que cuentan con el mismo tipo de refacciones. Entonces, un ejemplo de modelo es, digamos los Volks Wagen Sedán que

año con año presentan modelos nuevos pero que esencialmente las variaciones son mínimas.

Como se ve, el producto - que fue uno de los problemas encontrados para implementar un MRP II en el área de los servicios -, se ha definido claramente. Además, se han adaptado otros términos de acuerdo al giro del negocio, por ejemplo: centro de trabajo con centro de reparación, éstos términos en esencia son lo mismo, pero se marca la diferencia en el tipo de trabajo que se realiza, ya que propiamente no funciona como en manufactura donde se obtiene un producto tangible, sino lo que se obtiene es una reparación (servicio).

MRP II (Manufactura)	SASR (Servicios de reparación)
Producto	Servicio de reparación (modelo, reparación)
Centro de trabajo	Centro de reparación
Programación de la producción	Programación de las reparaciones
Rutas de producción	Rutas de reparación
Lista de materiales	Lista de refacciones
Capacidad de producción	Capacidad de reparación
Órdenes de producción	Órdenes de reparación
Tiempo de producción	Tiempo de reparación
Los productos se pueden situar en inventario	La capacidad de reparación se utiliza en el momento que existe demanda
La demanda es variable sobre bases semanales, mensuales o anuales	La demanda es generalmente variable sobre base de horas y días

Tabla 3-1. Características del MRP II y del SASR.

Siguiendo el método anterior, ahora se verá la similitud entre los módulos de un sistema MRP II y los módulos del SASR (tabla 3-2).

MRP II (Manufactura)	SASR (Servicios de reparación)
Programa maestro de producción (MPS)	Recepción
Control de inventarios	Inventarios
Lista de materiales (BOM) Planeación de requerimiento de materiales (MRP) Planeación de requerimientos de capacidad (CRP)	Procesos de reparación
Control de piso	Control de piso
Costos del producto	Costos
Cuentas por cobrar Cuentas por pagar	Contabilidad
Compras	Compras

Tabla 3-2. Similitud entre los módulos MRP II vs SASR.

Algunos de los beneficios que se esperan con la implantación del SASR son los siguientes:

- Al saber el cliente la hora en que le será entregado su auto y el presupuesto estimado, se logrará incrementar su confiabilidad y su satisfacción.
- Incremento de la productividad del taller. Conociendo lo que se tiene que hacer, dónde y a qué hora, además contando con las refacciones y herramientas necesarias.
- Mejorar la calidad de las reparaciones. Debido a que se tiene el seguimiento de quién realizó las reparaciones de cada vehículo, lo que los compromete a hacer un trabajo de calidad, ya que en el caso de suceder alguna reclamación, se sabrá a quién se debe.
- Mantener un óptimo nivel de inventarios. Generando historias de datos para obtener el comportamiento de la demanda.
- Control sobre los ingresos y egresos del taller.

4. El Módulo de Inventarios

Uno de los módulos principales con los que cuenta el SASR, es el 'módulo de inventarios'. Se dice que es uno de los más importantes por las razones expuestas en el capítulo uno sobre la importancia que representa llevar un buen control de inventarios para cualquier empresa.

Debido al enorme manejo de información que supone el control de inventarios, se llegó a la conclusión de crear un módulo donde se lleve a cabo esta gestión. Sin embargo, es necesario aclarar que algunas operaciones propias de los inventarios se llevarán a cabo en otro módulo. Tal es el caso del cálculo del lote óptimo que forma parte de las funciones que realizará el 'módulo de compras'. Así mismo, el módulo 'inventarios' tendrá a su cargo el manejo de la refaccionaria, es decir, se encargará de controlar también las ventas de refacciones a clientes externos.

El módulo de inventarios cumple con las siguientes funciones: a) controlar el suministro de refacciones y los materiales requeridos en las reparaciones que el taller efectúa, así como las refacciones solicitadas por clientes externos (control venta de refacciones); b) clasificar y almacenar las refacciones que lleguen al taller vía compra o por devoluciones; c) controlar los niveles de inventario; d) realizar un análisis estadístico sobre la rotación del inventario y, e) actualizar los datos referentes a los artículos que se encuentren en el almacén.

Para analizar mejor la información que se manejará a través de este módulo, se han planteado los siguientes submódulos, cada uno de los cuales realizará las funciones antes señaladas.

Los submódulos son los siguientes:

- Control de entradas
- Control de salidas
- Control de existencias
- Devoluciones
- Actualizar inventario
- Actualizar bases de datos
- Análisis estadístico

A continuación se describirán más detalladamente las actividades que cada submódulo realice.

4.1 Control de entradas

Dentro de este submódulo se contemplan las actividades propias de recepción, clasificación y almacenaje de refacciones. En seguida se detallan estas actividades.

4.1.1 Recepción

Las refacciones que llegan al taller pueden provenir debido a un pedido realizado por el módulo de compras; por un RCI (Requisición de Compra Inmediata)¹ que es una compra emergente, o bien por devoluciones hechas por clientes externos (venta de refacciones) o por clientes internos (reparación de automóviles). Por facilidad en el manejo de la información, las devoluciones serán manejadas en una función específica para estos casos.

Al llegar un embarque de refacciones vía orden de compra, el usuario debe, en principio, consultar la lista de los pedidos pendientes que muestre el sistema. La lista

¹ Ver RCI en el apéndice.

contendrá la información suficiente (Número de orden de compra, nombre del proveedor y fecha de llegada) para que el operador identifique rápidamente la orden de compra relacionada con el embarque. Tabla 4-1

Número de pedido	Proveedor	Fecha de llegada
C20029800	REFACCIONES AUTOMOTRICES	27/02/1998
C22029800	REFACCIONARIA DEL CENTRO	24/02/1998

Tabla 4-1. Lista de pedidos de refacciones

Una vez identificada la orden de compra, se podrá obtener la información referente a ésta, tal como, la clave de las refacciones pedidas, la cantidad y el costo acordado con el proveedor. El usuario al contar con esta información, puede ir comprobando la coincidencia entre las refacciones llegadas en el embarque y las solicitadas por 'compras'.

Es necesario indicar las condiciones en que se recibió el embarque, es decir, si se recibió todo el pedido, o si quedó alguna cantidad pendiente, ya que puede darse el caso de que el pedido llegue en partes, por ejemplo que se reciba una parte del embarque el día fijado por el proveedor y el resto cualquier otro día. De ser así se podrá tener la opción de dejar el pedido pendiente, es decir, continuar en espera del resto, o la de poder cerrar el pedido como haya llegado (aceptar la parte del embarque que llegó y cancelar el resto de la entrega). Tabla 4-2

No se podrán recibir más refacciones de las que han sido solicitadas por el módulo de compras, la cantidad que ingrese en el almacén tendrá que ser menor, o de preferencia igual a la indicada en la orden de compra.

Clave	Nombre	Cantidad pedida	Cantidad recibida	Unidades
0005	FILTRO DE GAS.	12	10	PIEZAS
0012	BUJÍA	40	40	PIEZAS
0148	INYECTOR	25	25	PIEZAS

Tabla 4-2. Información del pedido recibido.

Una vez que el pedido se ha recibido total o parcialmente, la información de lo que se recibió debe ponerse a la disposición de los demás módulos que la soliciten para llevar a cabo sus actividades (compras y caja).

4.1.2 Clasificación

Al guardar la información de la orden de compra que se recibió, se dan de alta automáticamente las refacciones que se recibieron. Por ejemplo, si se tenían dos refacciones disponibles de cierto tipo y se tenían ocho refacciones del mismo tipo en tránsito (tabla 4-3) y, de acuerdo a la orden de compra se recibieron cinco de esas mismas refacciones, entonces, al actualizar la base de datos se tendrán: siete refacciones disponibles y tres en tránsito si es que aún se espera un embarque con esta cantidad de refacciones sino, la cantidad de refacciones en tránsito será 0. Tabla 4-4

CLAVE	CLAVE_PRODUCTO ²	DISP	TRÁNSITO
1	AFD09	2	8
2	AFD09	0	10

Tabla 4-3. Ejemplo de la base de datos antes de la recepción de un pedido.

² Ver en el apéndice.

Clave	Clave_Producto	Disp	Tránsito
0001	AFD09	7	3
0002	AFD09	10	0

Tabla 4-4. Ejemplo de la base de datos después de la recepción completa de un pedido.

De acuerdo a las tablas anteriores, las refacciones se asocian a una clave de producto. Ésta clave puede referirse a varios modelos de una misma marca que tienen refacciones en común, por esa razón, en lugar de repetir la clave de la refacción siempre que algún modelo la requiera, sólo se relaciona dicho modelo con una clave de producto que relacione automóviles afines.

4.1.3 Almacenamiento

Para el almacenamiento de refacciones es necesario establecer un patrón de ordenamiento. Se plantea que las refacciones estarán ordenadas de la forma que se muestra en la figura 4-1, de modo que se pueda identificar fácilmente la ubicación de cada refacción. Así, la refacción con la clave de ubicación (A13a), será la que se encuentre en la gaveta (A), columna (1), nivel (3), apartado (a).

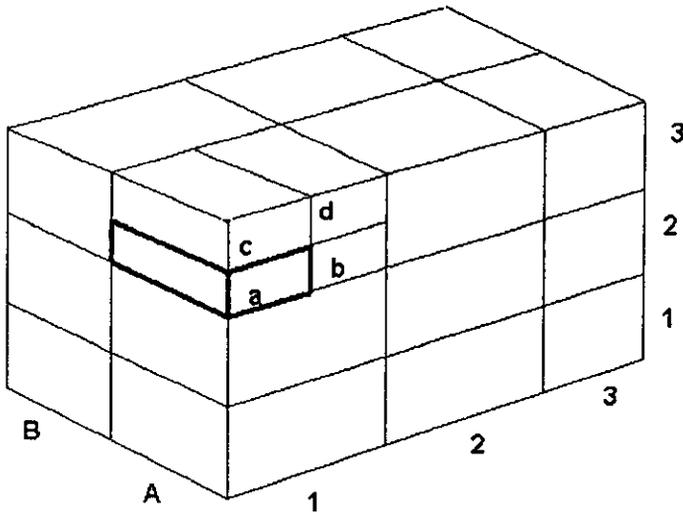


Figura 4-1. Muestra la disposición del almacén. De acuerdo a la figura, las refacciones que se encuentren en el espacio señalado recibirán como clave de ubicación (A13a)

En la figura 4-2 se observa el flujo de información que se lleva a cabo en este submódulo.

Antes de continuar, es necesario definir la simbología empleada en las figuras mostradas más adelante en este mismo capítulo.



Se actualiza la base de datos del módulo.



Se consulta la base de datos del mismo módulo.

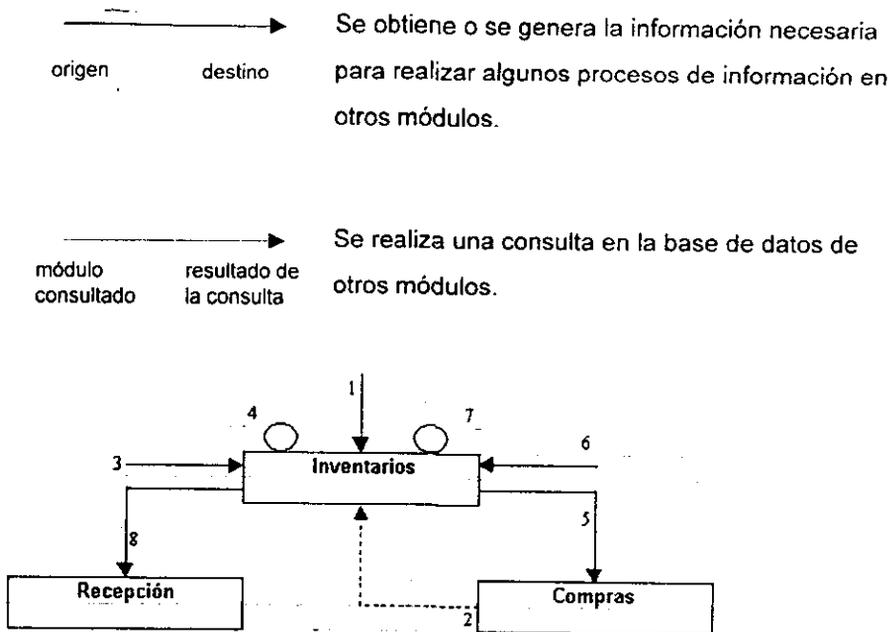


Figura 4-2. Flujo de información del submódulo de Control de entradas

1. Llegan refacciones al taller (pedidos, RCI).

En caso de que llegue algún pedido:

2. Se consulta a 'compras' la lista de pedidos para verificar que la orden de requisición coincida con las refacciones que llegan.

3. Captura de información referente a las refacciones recibidas según el pedido. En el caso de que no exista total coincidencia entre el pedido y las refacciones recibidas, se indican las modificaciones realizadas.

4. Se confirma la información capturada (punto 3) y se actualiza la base de datos.

5. Se informa al módulo de 'compras' las condiciones en que llegó el pedido.

En caso de que se reciba un 'RCI':

6. Captura de información referente a las refacciones recibidas vía RCI.

7. Confirmación de la información capturada (punto 6) y actualización de la base de datos.

8. Se informa al módulo de 'recepción' que las refacciones solicitadas mediante RCI han llegado.

4.2 Control de salidas

La salida de refacciones del almacén corresponderá a la demanda del taller y a la demanda de clientes externos: es decir, a este submódulo le corresponde la tarea de controlar la salida de refacciones por ambos tipos de demanda.

Se contemplan los siguientes tipos de salidas de refacciones: *salidas internas*, *salidas externas* y *salida de refacciones defectuosas*.

4.2.1 Salidas internas

La salida de refacciones hacia el taller -salida interna- se efectúa a través del previo apartado de refacciones que realiza el módulo de 'recepción'. Al programar la reparación de un automóvil, primero se verifica que las refacciones necesarias para que dicha reparación se lleve a cabo se encuentren en el almacén. Si las refacciones requeridas se encuentran, éstas se apartan para que sean utilizadas exclusivamente en la reparación de ese automóvil. De no ser así, se consulta el tiempo en el que se pueden conseguir las refacciones solicitadas; si el tiempo es corto, entonces se genera un 'RCI' (Requisición de Compra Inmediata) y de acuerdo a este, se programa(n) la(s) reparación(es) del auto. Si llega el turno de reparación del automóvil y las refacciones aún no llegan, se realizará la reparación del siguiente vehículo cuyas refacciones estén completas.

Si el tiempo de consecución de las refacciones faltantes es muy largo, entonces, la reparación no es ingresada al sistema hasta que se tengan las refacciones.

4.2.2 Salidas externas

Otro medio de salida de refacciones del almacén es mediante la venta exclusivamente de refacciones fuera del taller -salida externa-. Esto se debe a que el taller no sólo funcionará como tal sino también funcionará como refaccionaria.

En las figuras 4-3 y 4-4 se muestra el flujo de información que se efectúa al realizar salidas internas y salidas externas respectivamente.

Al hablar de refacciones *apartadas* nos estamos refiriendo a refacciones destinadas a cumplir los requerimientos de un automóvil en particular, es decir, aunque dichas refacciones se encuentren físicamente en el almacén, el sistema nos informará que tales refacciones no se encuentran disponibles.

Por otra parte, las refacciones *disponibles* son las que se encuentran físicamente en el almacén y que el sistema indica pueden ser utilizadas en cualquier momento y en cualquier situación. Con base en la cantidad de refacciones disponibles se pueden apartar refacciones para una futura reparación en el taller, o bien se pueden vender a clientes ajenos a este.

Es necesario mencionar que las refacciones que se encuentran en el almacén mediante la emisión de un 'RCI', automáticamente se encuentran apartadas para la reparación del automóvil que demandó dichas refacciones.

La salida de refacciones defectuosas se refiere a que, en un momento dado será necesario dar de baja del sistema y salida del almacén a las refacciones defectuosas. Ésto se llevará a cabo, ya sea después de un período de tiempo establecido - cuando se realice el control de inventarios - y/o cuando se alcance cierto nivel de refacciones defectuosas en almacén.

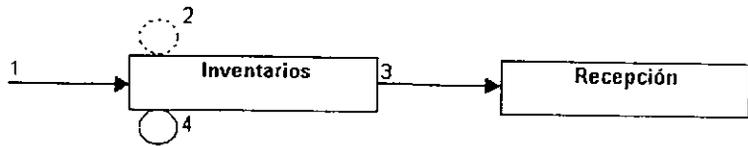


Figura 4-3. Flujo de información para la función 'salidas internas'

1. Entra la orden de requisición de refacciones para la reparación de un automóvil.
2. Consulta cuales han sido las refacciones apartadas para la reparación específica.
3. En el caso de que las refacciones estén incompletas - el RC! no ha llegado - informar a 'recepción' para que re programe el vehículo.
4. Salida de refacciones del almacén y actualización de la base de datos (baja de refacciones).

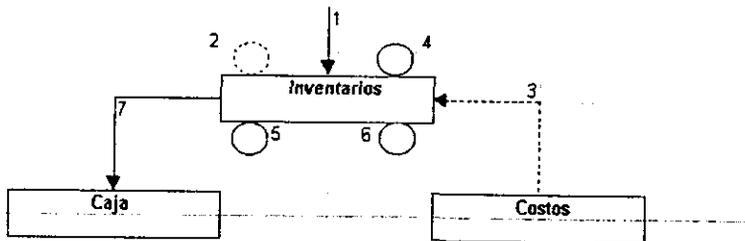


Figura 4-4. Flujo de información para realizar las ventas externas.

1. Demanda de refacciones por parte de clientes externos al taller.
2. Consulta en la base de datos la disponibilidad de las refacciones solicitadas.
3. Consulta el costo de las refacciones.
4. Guarda la información de las refacciones solicitadas y su costo asociado. El pedido aún no se confirma.
5. Consolidación del pedido del cliente. Se clasifica el pedido y se capturan los datos del cliente.

6. Actualización de la base de datos (se dan de baja las refacciones indicadas en el pedido).
7. Se envía la información necesaria para la elaboración de la factura correspondiente a la venta.

4.3 Control de existencias

La función fundamental de este submódulo, es la de mantener el inventario en un nivel óptimo; debe asegurar que el almacén suministre oportunamente las refacciones y los materiales necesarios para llevar a cabo las reparaciones solicitadas. Para ello, es preciso observar el nivel de inventario de cada artículo y evitar que éste se agote, o que se tenga un inventario excesivo.

Al dar de baja o de alta en el almacén alguna refacción (salidas o entradas¹ respectivamente), este submódulo realiza automáticamente las operaciones de comparar la cantidad de refacciones disponibles con la cantidad indicada como *stock mínimo*² y, en el caso de que las refacciones disponibles hayan alcanzado el mínimo permitido, entonces se genera la información necesaria para que el módulo de 'compras' realice las operaciones requeridas en el reaprovisionamiento del almacén.

Como se ve, las funciones de este submódulo se relacionan íntimamente con las funciones que realizan los demás submódulos. En la figura 4-5 se muestran éstas relaciones.

¹ Las entradas incluyen las devoluciones.

² Vease en el apéndice.

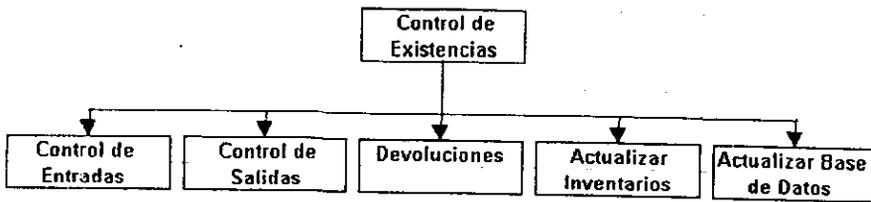


Figura 4-5. Relación entre el submódulo control de existencias y los demás submódulos de 'Inventarios'.

A continuación se enlistan los casos en los que el módulo de 'control de existencias' realiza una comparación entre la cantidad de refacciones que se tienen en el almacén, con el stock mínimo y con la cantidad máxima permitida (*nivel óptimo*). Dicha comparación se lleva a cabo con el fin de conocer el nivel de inventario, y con base en ello, tomar las medidas que sean necesarias como pueden ser, dar aviso al módulo de compras para generar una nueva orden de compra, o indicar al responsable del almacén que se tienen excedentes en el inventario.

- a). Cada vez que se registra la entrada de alguna refacción.
- b). Cuando una refacción es dada de baja en el almacén, ya sea debido a una salida interna o una salida externa.
- c). Cuando se presenta una devolución de refacciones defectuosas o no.
- d). Al actualizar los inventarios, ya que al realizar esta operación, algunas cantidades pueden modificarse de acuerdo con la realidad.
- e). También al actualizar la base de datos en general, ya que a través de esta función se tiene acceso directo a todas las tablas de la base de datos, incluyendo la tabla de

'existencias', que es donde se guarda la información de las cuántas refacciones se tienen en el almacén.

En la figura 4-6 se muestra el flujo de información realizado en este submódulo.



Figura 4-6. Flujo de información del submódulo control de existencias.

1. Verifica los niveles de inventario. Se actualiza la base de datos.
2. Si el nivel de inventarios ya alcanzó el nivel de inventario establecido como mínimo, entonces se genera un aviso para el módulo de compras donde se indica cuales han sido las refacciones que se necesita comprar.

4.4 Devoluciones

El proceso de devoluciones, aunque se trata en parte de una entrada de refacciones, será tratado como una función especial, debido a que dicho proceso abarca no sólo la entrada de las refacciones (defectuosas o equivocadas) al almacén, sino también la salida de refacciones que sustituyan a las refacciones devueltas.

Se contempla que las refacciones devueltas pueden provenir de tres fuentes: durante un proceso de *reparación*, por un reclamo en una *reparación* terminada, o por algún cliente externo (venta de refacciones).



Figura 4-7. Muestra las distintas fuentes de donde pueden provenir las devoluciones de refacciones.

Debemos entender por venta externa a la venta de refacciones a través de la refaccionaria; la venta interna es la entrega de refacciones *dentro del taller para alguna* reparación.

4.4.1 Devoluciones por venta externa

Las causas por las que se presenta una devolución por venta externa, puede deberse a que hubo una equivocación en la venta, esto es, que un cliente pidió una refacción que no era la que necesitaba, o que el *almacenista entregó una refacción distinta* a la que el cliente pidió, o bien, que la refacción vendida esté defectuosa.

Cuando se presenta alguna de las causas mencionadas anteriormente, el almacenista tiene que ingresar los datos de las refacciones que se deseen devolver, además debe indicar si las refacciones están defectuosas o la devolución se debe a una equivocación. El sistema mostrará en pantalla la cantidad de refacciones disponibles. Así, si las refacciones están defectuosas, se podrá ver si se tienen en el almacén las refacciones suficientes para sustituir a éstas. Si no se tienen las refacciones disponibles, será necesario avisar al módulo de 'caja' para que se reembolse el dinero del cliente. Ver figura 4-8.

Si se trata de una refacción equivocada, será necesario, además de ver la disponibilidad de la refacción solicitada, ver si el costo de la misma coincide con el de la refacción devuelta. De ser así, lo único que hay que hacer es reemplazar la refacción e informar al sistema del cambio efectuado. En el caso contrario, se tendrá que avisar a 'caja' para que determine si el saldo es a favor o es en contra.

Clave	Cantidad	Costo (\$)	Refacción devuelta	Cantidad devuelta	Costo (\$)	Disp	Estado
0001	1	150	0004	1	150	6	Equivocada
0023	4	16.2	0023	1	16.2	8	Defectuosa

Figura 4-8. Información necesaria para una devolución por venta externa.

En la figura anterior se ilustra un ejemplo de devolución de una refacción defectuosa vía venta externa. Como se puede observar, la columna siete indica la cantidad disponible de refacciones.

En la siguiente figura se muestra el flujo de información para realizar una devolución por venta externa.

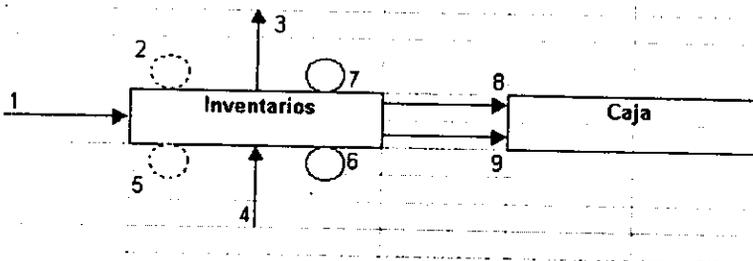


Figura 4-9. Flujo de información durante una devolución vía venta externa.

1. Se ingresa el número de la orden de compra del cliente, o los criterios de búsqueda de las refacciones que han de ser devueltas -los criterios son: buscar por marca, modelo y sistema-.
2. Búsqueda en la base de datos la información asociada a la orden de compra, o a los criterios de selección arriba mencionados.
3. Se presentan al usuario los resultados de la búsqueda realizada. A partir de estos datos, el usuario puede ubicar cuáles fueron las refacciones vendidas y en qué cantidad, para posteriormente, indicar la causa de la devolución.

4. Se introduce la información sobre las refacciones que serán devueltas (cuáles, cuántas, por qué).
5. Se busca en la base de datos la información relacionada a la refacción sustituta (¿existe la disponibilidad suficiente?, ¿cuál es su precio?).
6. Se actualiza la base de datos, indicando cuáles son las refacciones que entran (defectuosas o equivocadas).
7. Se actualiza la base de datos indicando cuáles son las refacciones que salen (las refacciones por las que se sustituyen las refacciones devueltas).
8. Si la disponibilidad no es la suficiente para cubrir las necesidades presentadas, entonces se indica en la base de datos que se tiene que reembolsar el importe de las refacciones devueltas.
9. En el caso de que se trate de devolución de refacciones equivocadas y el precio de la refacción adecuada sea distinto, indicarlo en la base de datos para que 'caja' obtenga los saldos.

4.4.2 Devoluciones Reparación en proceso

Cuando la devolución de refacciones se efectúa mientras la o las reparaciones se están efectuando, entonces se trata de *devoluciones reparación en proceso*.

El mecánico que solicite la sustitución de refacciones ya sea porque las refacciones que se le dieron para realizar la o las reparaciones estén defectuosas, o debido a que estén equivocadas, deberá entregar al almacenista las refacciones que desea sean sustituidas, para que estas se vuelvan a cuantificar en el sistema.

De acuerdo a la orden de reparación, se buscan cuáles han sido las refacciones que ya se entregaron para llevar a cabo dicha orden. Así mismo, se indican los motivos por los que las refacciones se devuelven, es decir, si están defectuosas o equivocadas.

Cuando se trata de refacciones defectuosas, se verifica si la disponibilidad de refacciones es suficiente para satisfacer la demanda inmediata. En el caso de que lo sea, simplemente se sustituyen las refacciones y se indica en el sistema la entrada de 'x' cantidad de refacciones defectuosas y la salida de 'x' cantidad de refacciones del mismo tipo.

Si la disponibilidad no es suficiente, entonces se verifica si es posible generar un RCI, dependiendo del tiempo de consecución de la refacción demandante. De ser posible - es decir, si el tiempo de consecución es suficientemente corto - se genera inmediatamente el RCI con la cantidad de refacciones necesaria para este caso en particular. Se informa al sistema el tiempo aproximado en que se tendrán las refacciones que hacen falta.

En el caso de que no sea factible la generación de un RCI, entonces se consulta cuál es el embarque de refacciones más próximo que incluye la llegada de la(s) refacción(es) necesarias y se informa la fecha en que se espera dicho embarque.

Cuando se trata de una devolución de refacciones inadecuadas para la reparación que se está realizando, es decir, de refacciones equivocadas, entonces se ingresan nuevamente las refacciones al almacén y se dan de alta en el sistema; se reporta a 'recepción' que hubo un error en la orden de requisición de refacciones para su corrección.

Las refacciones correctas se entregarán al mecánico cuando éste traiga consigo la orden de requisición expedida por 'recepción' indicando las refacciones adecuadas.

En la figura 4-10 se muestra el flujo de información que se lleva a cabo en las *devoluciones_reparación en proceso*.

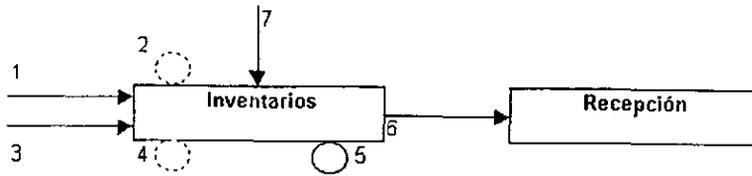


Figura 4-10. Flujo de información en una devolución por reparación en proceso.

1. Se introduce el número de orden de reparación.
2. Se busca en la base de datos la orden de reparación indicada para ver cuáles han sido las refacciones entregadas para procesar la orden.
3. Se indica cuáles refacciones son las que se van a sustituir en el caso de que sean defectuosas y la cantidad.
4. Se verifica la disponibilidad de refacciones.
5. Se genera un RCI en el caso de que la disponibilidad no sea la suficiente para satisfacer las necesidades presentes.
6. En el caso de que se trate de refacciones equivocadas, se informa a 'recepción' de que existe un error en la orden de requisición.
7. Se ingresan nuevamente al sistema y al almacén las refacciones devueltas (defectuosas o equivocadas), y se actualiza la base de datos indicando entradas y salidas de refacciones y la generación de los RCI en el caso de que se haya generado alguno.

4.4.3 Devoluciones Reparación terminada

Quando un cliente detecta problemas en su vehículo y éstos se deben a que se emplearon en la reparación de su auto refacciones averiadas, la garantía de la reparación cubre estos daños, por lo cual es posible que se presente el caso de se devuelvan refacciones provenientes de una reparación que ya ha sido terminada y facturada.

En el caso de que la devolución de refacciones se realice de esta forma (reparación terminada), se considera que se debe a que tales refacciones se encontraban en mal estado en el momento de realizar la reparación. Por lo tanto, la entrada de refacciones que se tenga por este motivo serán refacciones exclusivamente defectuosas.

En el caso de que ocurra esta reclamación, en 'recepción' se determinará si efectivamente las refacciones están defectuosas, para generar una nueva orden de reparación (orden de reproceso), la cuál estará relacionada con la orden de reparación original para identificar cuáles refacciones se utilizaron, mientras que en la orden de reproceso se indicarán las refacciones que hagan falta.

De igual forma que en el caso de devoluciones_reparación en proceso, se consultará la disponibilidad de refacciones y de acuerdo a ésta, se sustituirán o se generará un RCI. En el caso de que no se tengan las existencias suficientes para sustituir las refacciones necesarias y de que no se pueda generar un RCI, se le avisará al mecánico y a 'recepción' la situación del almacén en cuanto a la(s) refacción(es) solicitadas.

La figura 4-11 muestra el flujo de información durante una devolución por reparación terminada.

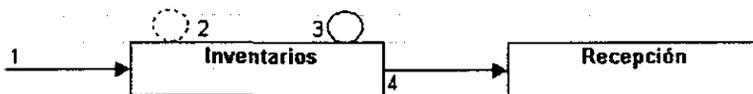


Figura 4-11. Flujo de información en una devolución por reparación terminada.

1. Se introduce el número de la orden de requisición que presentó error en las refacciones.
2. Se consulta cuáles son las refacciones se han de devolver y cuántas, para corroborar con las refacciones que se devuelvan.
3. Se dan de alta en el sistema y en el almacén las refacciones que se devuelvan.

4. Se informa a 'recepción' que las refacciones contenidas en la orden de requisición indicada ya han sido entregadas en el almacén.

4.5 Actualizar inventarios

Con esta opción el sistema presentará toda la información referente a las refacciones que el almacén maneje (cuántas refacciones existen diferenciando las refacciones defectuosas de las que no lo son, así como el costo unitario de cada refacción).

Después de realizar un conteo físico de los diferentes ítems del almacén, se ingresan estos datos en el sistema para que se efectúe la comparación entre los datos referentes a las cantidades de refacciones que guarda el sistema y los datos que ingrese el usuario. El sistema arrojará como resultados las diferencias que existen en cuanto al número de piezas y al equivalente en dinero. Con esta información se podrán apreciar las desviaciones (pérdidas) que existen en el almacén.

El inventario físico podrá realizarse mediante los siguientes criterios: a) inventario total; b) inventario parcial o dirigido, y c) inventario muestral.

Al realizar un inventario total, se actualizará el inventario de todos los ítems del almacén. Para facilitar el proceso de la captura de información, los datos de las refacciones se presentarán al usuario en el mismo orden en que se encuentran almacenadas físicamente.

Si lo que se desea es realizar un inventario parcial o dirigido, es decir, verificar las existencias de ciertas refacciones en especial, el usuario podrá introducir algunos criterios de selección que acoten las refacciones que desea actualizar. Los criterios de selección serán buscar por :

- sistema de funcionamiento¹
- marca, modelo y sistema
- por marca
- marca y modelo

De esta forma, el número de refacciones que es presentado al usuario encargado del realizar el inventario es reducido y además puede realizar tantas selecciones como desee.

Al realizar un inventario muestral, lo primero que se debe hacer, es introducir el tamaño de muestra. En base en el tamaño de muestra señalado, el sistema generará números aleatorios con los cuales se realizará la selección de las refacciones a actualizar. Como la clave de las refacciones está dada por un número ascendente, con los números aleatorios se pueden determinar directamente cuales son las refacciones seleccionadas.

En la figura 4-12 se muestra el flujo de información para llevar a cabo la actualización del inventario.

¹ Ver en el apéndice 'sistema'.

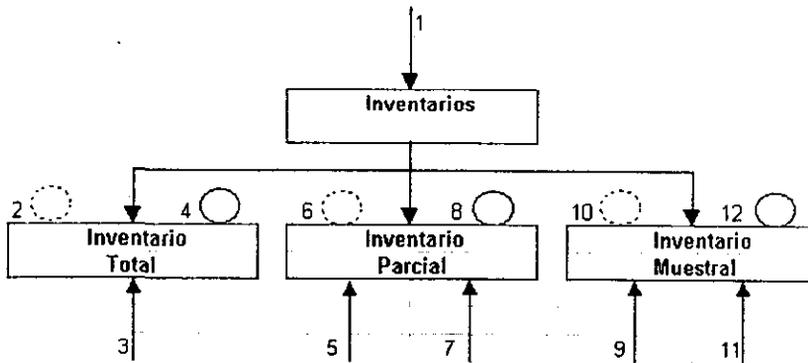


Fig. 4-12. Flujo de información en el submódulo 'Actualizar Inventario'.

1. Selección del tipo de inventario a realizar. Se presentan las diferentes opciones de inventario: inventario total, parcial o dirigido.

Inventario total:

2. Inventario total. Consulta en la base de datos sobre la información pertinente de todos los ítems del almacén. Se muestran todas las refacciones ordenadas de acuerdo a su ubicación.

3. Captura de los datos provenientes del conteo físico de refacciones.

4. Se comparan los datos provenientes del conteo físico con los datos que almacena el sistema, y en el caso de que exista alguna diferencia entre éstos, se guardan los cambios y se indica cuáles han sido las refacciones actualizadas.

Inventario parcial o dirigido:

5. Inventario parcial o dirigido. El usuario introduce los criterios deseados para que se efectúe la búsqueda de refacciones de acuerdo a estos criterios. Los criterios pueden ser: buscar por sistema; por marca; por marca y modelo; por marca, modelo y sistema, dependiendo de las refacciones que desee actualizar. Aparecen las distintas selecciones que se pueden hacer y las refacciones asociadas a la selección hecha.

6. Se consulta en la base de datos la información relacionada a las refacciones que cumplen con los criterios establecidos previamente por el usuario.
7. Captura de los datos provenientes del conteo físico de refacciones.
8. Se comparan los datos del conteo físico con los datos que almacena el sistema, y en el caso de que exista alguna diferencia entre éstos, se guardan los cambios y se indica cuáles han sido las refacciones actualizadas.

Inventario muestral:

9. Se introduce el tamaño de muestra deseado.
10. Se genera la cantidad de números aleatorios que indique el tamaño de muestra y se asocian los números aleatorios a las refacciones de acuerdo a su número clave.
11. Captura de los datos provenientes del conteo físico de refacciones por parte de usuario.
12. Comparación entre los datos guardados por el sistema y los datos que resulten del conteo físico. Se guardan los cambios que existan entre éstos datos en la base de datos y se indica cuáles han sido las refacciones actualizadas.

4.6 Actualizar bases de datos

Este submódulo incluye dos funciones fundamentales, la primera de ellas es la de permitir al usuario llenar la base de datos con los datos necesarios para que pueda comenzar a funcionar el sistema. La otra función es la de permitir al usuario acceder a la información de la base de datos desde el programa de aplicación para modificarla.

Se presentarán en una lista todas las tablas que conforman la base de datos de Inventarios para que el usuario elija la tabla que desee modificar.

En la figura 4-13 se muestra el flujo de información en el submódulo 'actualizar base de datos'.

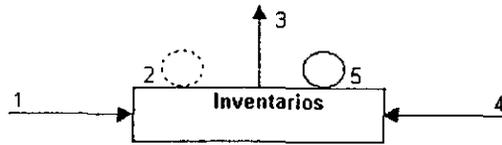


Figura 4-13. Flujo de información del submódulo 'actualizar base de datos'.

1. Se introduce la selección de la tabla que se va a llenar o a modificar.
2. Búsqueda de la tabla solicitada.
3. Se presenta la información de la tabla solicitada.
4. Se modifican los datos requeridos.
5. Se actualiza la base de datos.

4.7 Análisis estadístico

Este submódulo tiene por objeto realizar un análisis estadístico a partir de la información generada por los submódulos antes descritos.

La información de interés que puede obtenerse a través de este submódulo es la siguiente:

- Las refacciones de mayor consumo dentro del taller. La escasez de alguna de las refacciones que más se consumen en el taller puede representar grandes pérdidas, debido a que representaría no poder realizar alguna(s) de las reparaciones más solicitadas.
- Las refacciones más vendidas.
- Refacciones de mayor consumo por mes. Las refacciones de más uso.
- RCI generados por mes. Las veces en las que el inventario ha quedado sin refacciones de algún tipo. Esta información nos puede servir para modificar el inventario de seguridad.

En la figura 4-14 se observa el flujo de información del submódulo 'análisis estadístico'.

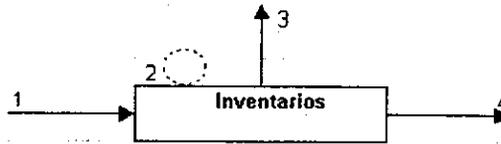


Figura 4-14. Flujo de información del submódulo análisis estadístico.

1. Se selecciona el tipo de análisis a realizar y se consultan las tablas correspondientes.
2. Se realizan las operaciones definidas en el submódulo de acuerdo a la selección realizada.
3. Se presentan los datos de manera gráfica.
4. Se imprimen el reporte con la información presentada.

4.8 La relación del módulo de 'inventarios' con otros módulos

Como se ha mencionado anteriormente, todos los módulos del SASR interactúan directa o indirectamente entre sí, tal es el caso del módulo de inventarios.

Este módulo necesita de la información proveniente de otros módulos para realizar sus funciones. Entre los módulos con los que se relaciona, se encuentran los siguientes: recepción, compras, costos, caja. A continuación se muestra la relación existente entre el módulo de inventarios y éstos módulos.

4.8.1 Inventarios - Recepción

Cuando llega un automóvil al taller para que se le realice alguna reparación, 'recepción' consulta cuáles son las refacciones requeridas de acuerdo a la(s) reparaciones necesarias - en el módulo de procesos de reparación -, así como la disponibilidad de ellas - en el módulo de inventarios -.

Desde el módulo de recepción se apartan las refacciones necesarias para efectuar la reparación. Las refacciones se apartan a partir de las refacciones disponibles del almacén. Si no se tienen las refacciones disponibles y el tiempo de consecución de éstas es corto², entonces ahí mismo, en recepción se genera una requisición de compra inmediata (RCI) por las refacciones que faltan. Cuando el RCI llega al almacén, es el módulo de inventarios quien se encarga de enviar la información a 'recepción' para que se efectúe la programación de la reparación del vehículo que necesita las refacciones recién llegadas. En la figura 4-15 se muestra la interacción que existe entre éstos dos módulos.

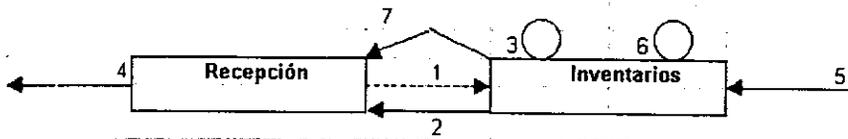


Figura 4-15. Relación entre el módulo de inventarios con el módulo de recepción

1. El módulo de recepción consulta al módulo de inventarios la disponibilidad de las refacciones necesarias para determinada reparación.
2. 'Inventarios' informa si la disponibilidad es suficiente para satisfacer la demanda. En el caso de que no se tengan la existencias suficientes, informa en cuánto tiempo se consiguen las refacciones.

3. Si la disponibilidad es suficiente, las refacciones que se necesitan son apartadas para la reparación específica.
4. En el caso de que la disponibilidad no sea suficiente, 'recepción' genera un RCI³ por las refacciones faltantes.
5. Llegan las refacciones vía RCI.
6. Se registra la entrada de refacciones que han llegado a través del RCI.
7. 'Recepción' toma la información actualizada de 'inventarios' para dar a conocer que ya se cuentan con las refacciones necesarias para comenzar la(s) reparación(es) en cuanto al auto le toque su turno, de acuerdo con la programación.

4.8.2 Inventarios - Compras

La relación que existe entre el módulo de inventarios con el de compras, es que gracias a éste último el almacén recibe los suministros necesarios para mantener sus niveles de inventarios.

Al llegar el nivel de inventario de alguna refacción a su nivel mínimo, el módulo de inventarios envía un aviso a 'compras' donde indica cuál es la refacción que es necesario comprar.

'Compras', al final del día, reúne cuáles fueron las refacciones que llegaron al stock mínimo para formar uno o varios pedidos.

Al generarse una orden de compra, se indica cuáles refacciones se pidieron y en que cantidad, para indicarle a 'inventarios' cuántas refacciones están en tránsito. La figura 4-16 indica cuál es la relación entre éstos dos módulos.

² Ver apéndice 'tiempo de consecución'.

³ RCI (Requisición de compra inmediata). Ver apéndice.

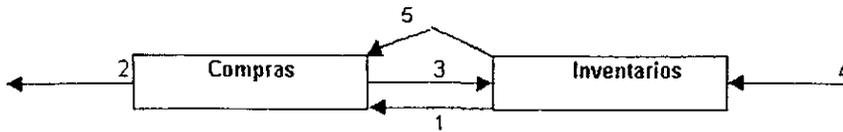


Figura 4-16. Relación entre el módulo de inventarios y el módulo de compras.

1. El módulo de inventarios 'avisa' al módulo de compras cuáles son las refacciones que han alcanzado su nivel mínimo de inventario.
2. Se emite una orden de compra por las refacciones que se requieren.
3. Se informa al módulo de inventarios que ya se realizó un pedido.
4. Llega el pedido que generó 'compras'.
5. Se informa al módulo de compras que el pedido de refacciones ha llegado.

4.8.3 Inventarios - Costos

La relación existente entre éstos dos módulos es con el fin de consultar los costos de las refacciones.

Las funciones realizadas por 'inventarios' después de recibir los precios de las refacciones, no se ven reflejadas en el módulo de 'costos'. Asimismo, las modificaciones realizadas en 'costos' no tienen ninguna influencia en el módulo de 'inventarios'.

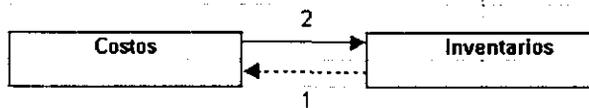


Figura 4-17. Relación entre el módulo de inventarios y el módulo de costos.

1. El módulo de inventarios consulta en el módulo de costos el precio de las refacciones para poder realizar su venta.

2. 'Costos' informa los precios de las refacciones que se requieren en el módulo de inventarios.

4.8.4 Inventarios - Caja

El vínculo entre éstos dos módulos existe únicamente cuando se realiza alguna venta externa, o bien, cuando se lleva a cabo la devolución de refacciones vendidas a clientes externos. En ambos casos, es necesario que el módulo de inventarios proporcione la información suficiente a 'caja' para que genere la factura por venta de refacciones o realice el cobro adicional o el reembolso en el caso de devolución de refacciones (defectuosas o equivocadas)⁴.



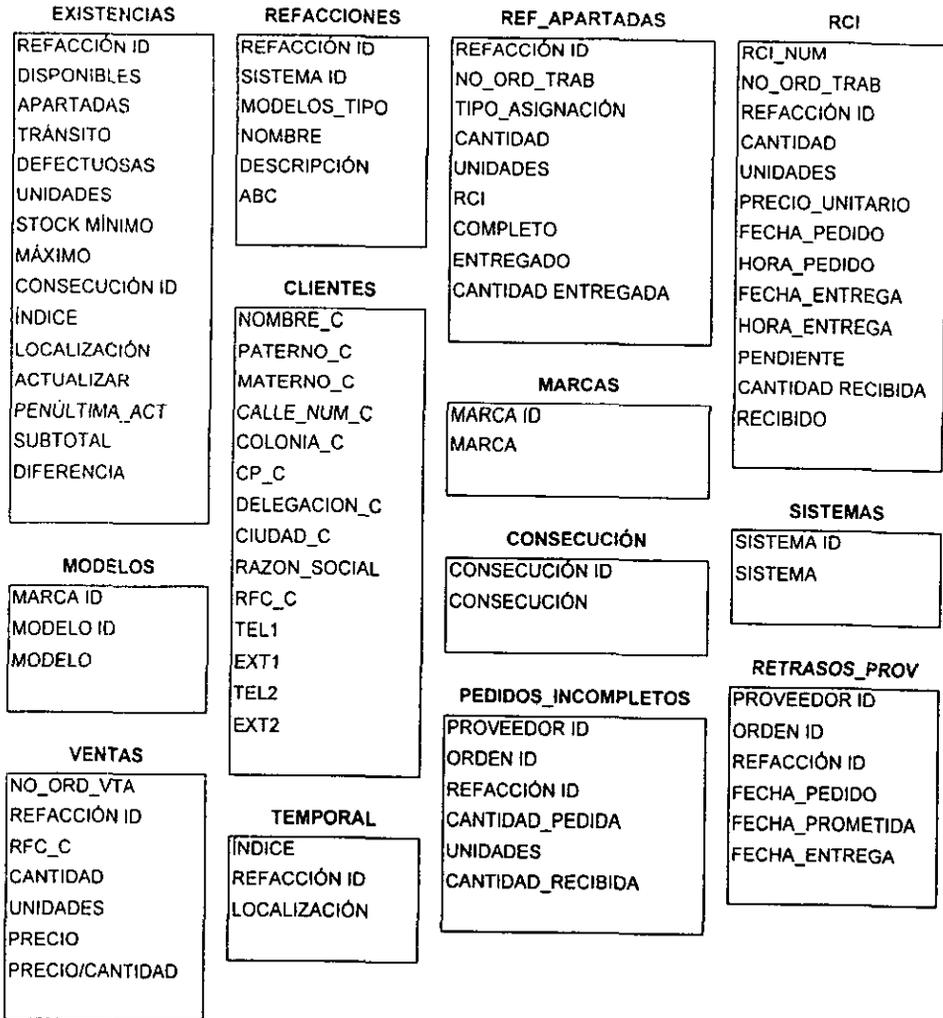
Figura 4-18. Relación entre el módulo de inventarios y el módulo de compras.

1. El módulo de inventarios envía la información generada al realizar una venta externa, o bien, al haber una devolución por este mismo concepto - venta -, para que en 'caja' se emita una factura en el caso de venta, o se realice el cobro adicional o el reembolso en el caso de una devolución.

4.9 Las bases de datos requeridas

El módulo de inventarios cuenta con una base de datos propia donde se encuentra almacenada la información necesaria para el buen funcionamiento del módulo. La base de datos está dividida en tablas relacionadas entre sí, lo cual permite que la información contenida en ellas se encuentre ligada mediante un campo clave, evitando de este modo la duplicidad de información.

Las tablas que han sido necesarias para el desarrollo del módulo son las siguientes:



⁴ En el capítulo 5 se tratará más ampliamente el caso de la devolución de refacciones

5. La presentación del Módulo de Inventarios

Una de las partes más importantes del sistema de información SASR, es la programación, ya que mediante ésta se logra concretar la parte conceptual del sistema.

Para llevar a cabo la programación, fue necesario determinar el software en el que se desarrollaría el sistema.

Se eligió Visual Basic por las razones siguientes:

- Es fácil de programar.
- Es un lenguaje gráfico que permite crear interfaces bastante amigables para el usuario, con lo que se logra una mejor visualización de las funciones que realiza el sistema.
- Compatibilidad con otras aplicaciones.

También se eligió Microsoft Access como manejador de bases de datos.

En este capítulo se presentan las pantallas o formas que constituyen al módulo de inventarios, desde donde el usuario puede seleccionar las opciones que desee realizar.

5.1 Estructura del módulo

A continuación se muestran las formas principales con las que cuenta el módulo de inventarios, así como las funciones que se desarrollan en cada una de ellas.

En la figura 5-1 se observan cuales son las pantallas que conforman al módulo de inventarios. Existe una pantalla de acceso (figura 5-2), donde el usuario deberá introducir su clave para tener acceso para poder entrar a los distintos módulos y

submódulos del sistema. Dependiendo de su clave de acceso se otorgará un nivel de acceso con el que el usuario podrá acceder a todas las funciones del SASR, a todas las funciones de un módulo o bien a sólo alguna(s) función(es) de un sólo módulo.

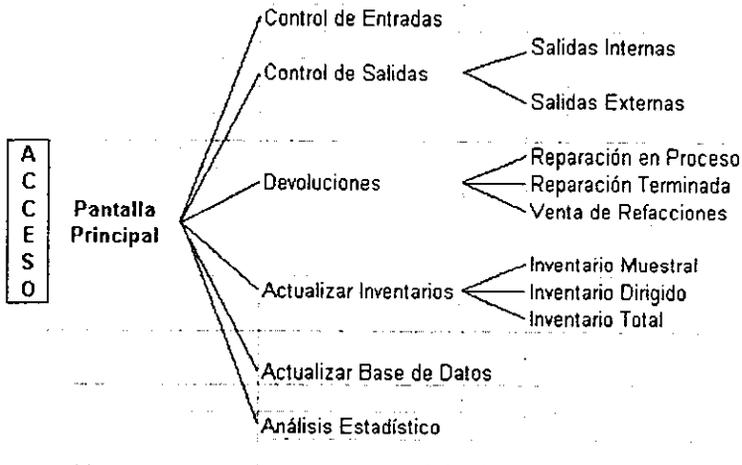


Figura 5-1. Pantallas que conforman el Módulo de Inventarios.

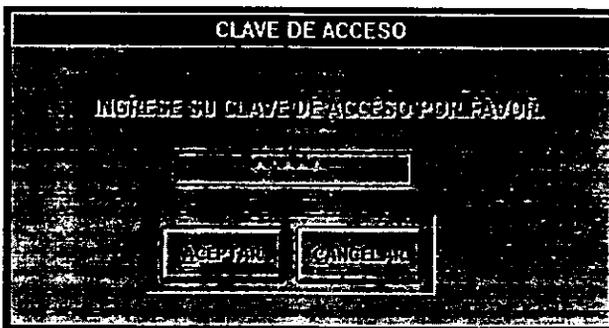


Figura 5-2. Pantalla de acceso para ingresar a los módulos del SASR.

Si el usuario introduce su clave para acceder a un módulo al que no tiene autorización, entonces aparece un mensaje donde se le indica que no tiene acceso a ese módulo (figura 5-3).

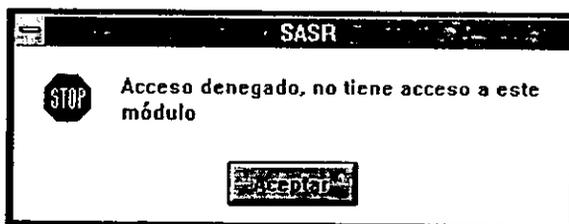


Figura 5-3. Mensaje para el usuario que no tiene acceso al módulo solicitado.

Cuando el usuario introduce una clave errónea, se le presenta el mensaje mostrado en la figura 5-4.

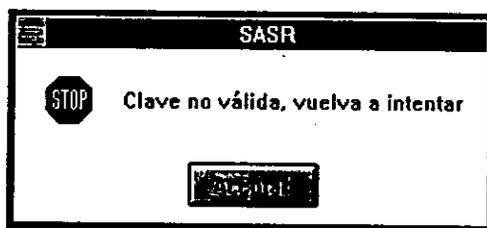


Figura 5-4. Mensaje de error.

Cuando el usuario introduce la clave de autorización para entrar al módulo de inventarios, entonces se activan las opciones de la pantalla principal del sistema a las que tenga acceso de acuerdo a su nivel de acceso.

Una vez que se ha introducido correctamente la clave de acceso al módulo de inventarios, se presentará la pantalla mostrada en la figura 5-5.

Como se observa, la función 'control de existencias' no se presenta en la pantalla. Esto se debe a que dicha función se realiza automáticamente cuando el usuario da de baja o de alta alguna refacción. De las funciones mostradas en la pantalla, es necesario que se introduzca otra clave para tener acceso a las funciones *actualizar inventarios* y *actualizar base de datos*.

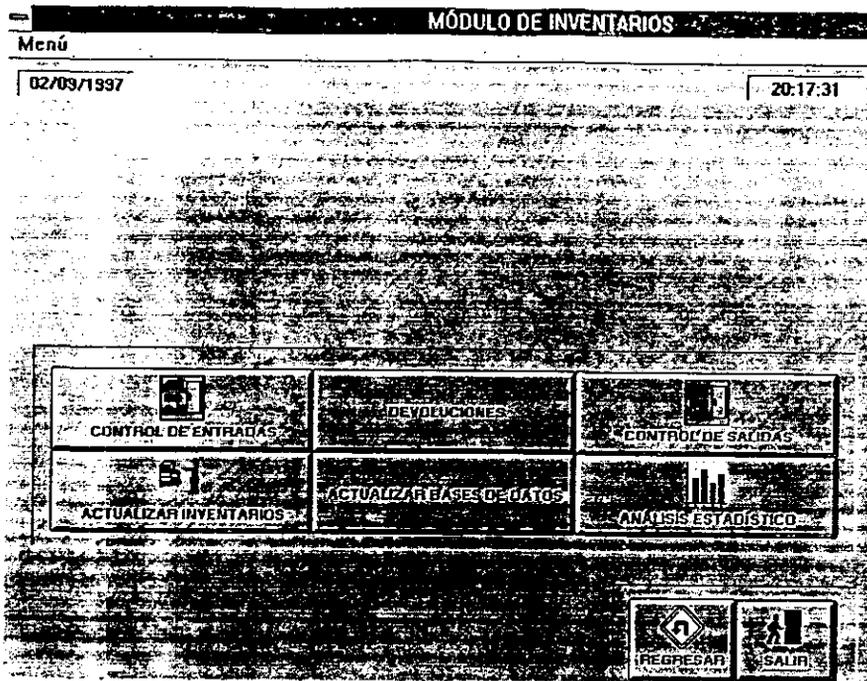


Figura 5-5. Pantalla principal del módulo de inventarios (SASR).

Los botones de la pantalla indican las funciones del módulo a las que se puede acceder. Al seleccionar alguno de estos botones (con un click), se presenta la pantalla correspondiente a la función seleccionada.

El botón 'REGRESAR' permite volver a la parte inicial del sistema, es decir, a la pantalla principal del SASR, donde se presentan todos los módulos que lo conforman.

El botón 'SALIR' nos permite la salida del sistema. Al presionar este botón aparecerá un mensaje como el de la figura 5-6.

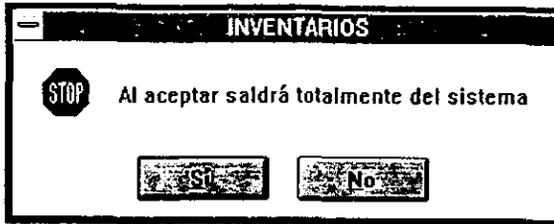


Figura 5-6. Se acepta o no la salida del sistema.

5.2 Control de Entradas

Si en el menú principal se seleccionó la opción 'Control de Entradas', el sistema da acceso a la siguiente pantalla que es donde se pueden dar de alta las refacciones que ingresen al almacén.

En esta pantalla se tienen las opciones de elegir el tipo de entrada de refacciones al almacén: por *pedido* (orden de compra) o por *RCI*.

Si la entrada se debe a una orden de compra, entonces aparecerá una lista con las órdenes de compra realizadas (pedidos) en espera de que lleguen próximamente (figura 5-7). En el caso de que la entrada sea por RCI, entonces aparecerá una lista con los RCI generados y la orden de reparación asociada a cada uno de ellos, similar a la mostrada en la figura 5-7.

No. ORDEN	PROVEEDOR	LLEGADA	
C06089600	REFACCIONES AUTOMOTRICES S.A.	15/08/96	↑
C06089601	REFACCIONES AUTOMOTRICES S.A.	23/10/96	
C06089602	REFACCIONES AUTOMOTRICES S.A.	23/10/96	
C06089603	REFACCIONES AUTOMOTRICES S.A.	10/10/96	↓

Figura 5-7. Lista de pedidos¹.

Al llegar un pedido, se selecciona en la 'lista de órdenes de pedidos' (figura anterior) el que haya llegado, de acuerdo a los datos que se muestran en esta. Dependiendo de la selección realizada, aparecerán en la pantalla todos los datos relacionados a esta (fig 5-8).

El usuario indica, para cada refacción si llegó la cantidad correcta. En el caso de que la cantidad recibida sea distinta a la cantidad pedida, se indica qué cantidad se recibió, así como también si existe alguna cantidad pendiente. Es necesario señalar que el almacenista no podrá recibir cantidades de refacciones mayores a las que han sido pedidas, en cuyo caso el pedido no podrá ser aceptado por el sistema hasta que se corrija la cantidad de refacciones que ingresen al almacén.

Cuando existe una cantidad pendiente, ya sea en un pedido o bien en un RCI, éste continuará apareciendo en la lista de pendientes (barra de menú de la pantalla mostrada en la figura 5-8) correspondiente a cada caso, es decir, seguirá en espera del resto del pedido - o RCI -. Si no se indica ninguna cantidad pendiente, el sistema da por recibido el pedido o RCI en las condiciones establecidas por el usuario y cierra la orden de pedido.

¹ 'No. de orden' es igual al número de pedido.

pedido por partes -, de lo contrario, al presionar el botón 'ACEPTAR', se cerrará la orden de pedido.

Al momento de presionar el botón 'ACEPTAR', los datos mostrados en pantalla son guardados en la base de datos para que los demás módulos asociados a esta función tomen la información actualizada y efectúen sus propias funciones.

La información que se guarda es la cantidad de refacciones recibidas - para que el módulo de caja pueda generar la orden de pago a los proveedores -; la fecha actual, esto con el fin de conocer las demoras de los proveedores; y los pendientes (en el caso de que exista una refacción pendiente, no se expedirá la factura correspondiente al pedido hasta que se cierre este).

Finalmente el botón REGRESAR, sirve para volver a la pantalla principal del módulo.

5.3 Control de Salidas

Al seleccionar 'Control de Salidas', aparece un recuadro en la pantalla principal donde se selecciona si la salida es interna o externa (figura 5-9). Dependiendo de la selección del usuario el sistema mostrará la pantalla correspondiente al tipo de salida.



Figura 5-9. Selección del tipo de salida por registrar.

5.3.1 Salidas Internas

Cuando se trata de una salida interna, se presenta la pantalla mostrada en la figura 5-10, en la cual se pueden consultar las órdenes de reparación pendientes (al presionar la opción 'ÓRDENES' de la barra de menú) para ver cuáles son las refacciones que se requieren en cada caso.

SALIDAS INTERNAS

Ordenes

25/02/1997 19:10:04

NO. ORDEN: 2102106 VEDE MECANICO: 158

ENTREGA TOTAL

CEAVT	NOMBRE	CANT	UNIDADES	BCI	REPARACIÓN	COMPLETO	ENTREGADO
0001	MAP	4	PIEZAS	2	SISTEMA ELÉC	NO	SI
0002	BUJIA	6	PIEZAS	0	SISTEMA ELÉC	SI	SI
0003	INYECTOR	2	PIEZAS	0	ALIMENTACIÓ	SI	SI
0025	FILTRO DE GASOL	1	PIEZAS	0	ALIMENTACIÓ	SI	SI

Figura 5-10. Pantalla para el Control de Salidas Internas.

Las refacciones que son solicitadas para realizar la orden de reparación seleccionada, aparecen en la pantalla. También se indica si las refacciones solicitadas están completas, o si existe un RCI pendiente. Las refacciones se pueden entregar incompletas si así lo desea el mecánico, entregando la cantidad pendiente en cuanto llegue el RCI correspondiente.

Cada vez que se efectúe la entrega de alguna refacción, se imprimirá un comprobante donde se indique la cantidad que ha sido entregada. Dicho comprobante será firmado de conformidad por la persona que reciba las refacciones (figura 5-11).

Si las refacciones han sido entregadas en su totalidad, la orden de reparación ya no aparecerá en la lista mostrada en la pantalla - opción ÓRDENES de la barra de menú - , sólo aparecerán aquellas que aún tienen refacciones por entregar.

REFACCIONES ENTREGADAS				
FECHA :		30/01/97	HORA : 17:15:53	
NO. ORDEN		23013701		
	CLAVE	NOMBRE	CANT	UNIDADES
1	0088	SENSOR MARIPOSA	1	PIEZAS
2	0022	BOMBA	1	PIEZAS
3	0023	FILTRO DE GASOLINA	1	PIEZAS
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

FIRMA DE RECIBIDO

Figura 5-11. Comprobante de la entrega de refacciones.

5.3.2 Salidas Externas (Ventas)

En la opción 'Salidas Externas', el usuario estará en la posición de realizar la venta de refacciones a clientes externos.

VENTA DE REFACCIONES

Ventas Editar Clientes

MARCA: CHRYSLER MODELO: SHADOV 92, 93, 94 SISTEMA: ENCENDIDO

MARCA: <input type="checkbox"/> CHRYSLER <input type="checkbox"/> FORD <input type="checkbox"/> GENERAL MOTORS <input type="checkbox"/> HONDA <input type="checkbox"/> MERCEDES BENZ <input type="checkbox"/> NISSAN	MODELO: <input type="checkbox"/> CHRYSLER <input checked="" type="checkbox"/> SHADOV 92, 93, 94 <input type="checkbox"/> STRATUS	SISTEMA: <input type="checkbox"/> ENCENDIDO <input type="checkbox"/> FRENO <input type="checkbox"/> CERRAJE <input type="checkbox"/> ALERTEAMIENTO <input type="checkbox"/> SERVICIO MOTOR	SELECCIONE MARCA, MODELO Y SISTEMA <input checked="" type="checkbox"/>
--	---	---	---

CLAVE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRECIO	UNID	CONSECUENCIA
0001	MAP		10	0	MENOS DE DOS HORAS
0002	BUJÍA		12,5	5	MENOS DE DOS HORAS

Figura 5-12. Se selecciona la marca, el modelo y el sistema para identificar las refacciones solicitadas.

Para realizar una venta, primeramente se necesitará consultar la disponibilidad de las refacciones solicitadas y su precio. Para comenzar la consulta, es necesario seleccionar la marca, el modelo y el sistema de funcionamiento¹ del vehículo para el cual se requieren las refacciones. Al realizar esta selección, se obtendrán en la pantalla todas las refacciones que cumplan con los criterios de selección establecidos, donde se indicará, además del costo de cada una, la cantidad de refacciones disponibles (figura 5-12).

En la figura anterior se observa que para la refacción '0001' no hay disponibilidad. En el caso de la 'venta de refacciones', no se tiene contemplada la generación de RCI's cuando no se tenga la disponibilidad suficiente.

Cuando el cliente acepte el costo de las refacciones solicitadas, y además se tenga la disponibilidad necesaria, entonces el usuario deberá seleccionar la opción 'VENTAS' (cliente nuevo) en la barra de menú (figura 5-13).

¹ Ver en el apéndice 'sistema'

VENTA DE REFACCIONES

Ventas Editar Cientes

MARCA: CHRYSLER MODELO: PABLO SISTEMA: ACE

R25049700 0ACB721020

CLAVE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRECIO/UNIDAD	CANT.	PRECIO/CANT.
0002	BUJÍA	MODELOS SHADOW	12.5	4	50

CLAVE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRECIO/UNIDAD	CANT.	PRECIO/CANT.
0001	MAP		10	0	MENOS DE DOS HORAS
0002	BUJÍA		12.5	0	MENOS DE DOS HORAS

Figura 5-13. Venta de refacciones 'nuevo cliente'.

En la pantalla mostrada en la figura anterior, el usuario puede seleccionar la refacción solicitada por el cliente dando un *doble click* en el grid (tabla) inferior, en el renglón donde se ubique la refacción requerida. En la sección verde de la pantalla (región más oscura) se irán agregando los datos de las refacciones solicitadas por el cliente (clave, nombre, descripción y precio unitario). El usuario se encargará de adicionar los datos restantes en la tabla superior como son: cantidad pedida y el RFC del cliente. Con estos datos se generará el comprobante de venta que utilizará el módulo de caja para generar la factura.

Cuando el cliente desee refacciones de otro sistema del automóvil, o bien de otro modelo, se presionará el botón 'VER OTRO MODELO', con lo cual nuevamente aparecerá en la pantalla el recuadro donde se indican marca, modelo y sistema. Posteriormente se seleccionará la opción 'VENTAS' (*mismo cliente*) de la barra de menú, donde aparecerán las refacciones solicitadas previamente para que se anexas las nuevas peticiones realizadas dando doble click en la refacción pedida.

Si se desea ver el subtotal de las refacciones solicitadas antes de aceptar la orden de venta, se presiona el botón 'SUBTOTAL', el cual realiza la suma de los costos de las refacciones que el cliente pidió.

Con el botón 'ACEPTAR', se verifica si se han indicado las cantidades solicitadas para cada refacción y se pregunta el RFC del cliente para la generación de la factura. Si el RFC del cliente se encuentra registrado en la base de datos, ya no será necesario que el cliente vuelva a dar sus datos para la generación de su factura, si el RFC no se encuentra en la base de datos, es opcional si el cliente quiere o no dar sus datos para que se registren en la base de datos.

Posteriormente, se descuentan las refacciones vendidas de la base de datos y se genera la orden de venta que es donde se indican las refacciones vendidas, la cantidad, el precio y los datos del cliente.

Al realizar esta operación se realiza el 'Control de Existencias', que consiste en comparar la cantidad disponible de cada una de las refacciones dadas de baja con el 'inventario mínimo'. Cuando la disponibilidad de alguna de estas refacciones ha alcanzado o incluso rebasado el inventario mínimo, entonces se adiciona en una lista de requerimientos, donde 'compras' verifica cuáles son los requerimientos del almacén.

Con la opción 'EDITAR' de la barra de menú, se presentan en pantalla las órdenes de venta que aún no han sido pagadas y por lo tanto se pueden 'CANCELAR'.

Al cancelar una orden de venta, se vuelven a dar de alta las refacciones indicadas en ella y se elimina el registro que guarda dicha orden.

Al presionar el botón 'REGRESAR', volveremos a la pantalla principal del módulo.

5.4 Devoluciones

En el capítulo anterior se mencionó que existen tres tipos de devoluciones: devoluciones durante una reparación en proceso, devoluciones cuando la reparación ya ha sido terminada y devoluciones por venta externa. Aquí se presentan las tres opciones como se manejan en el SASR.

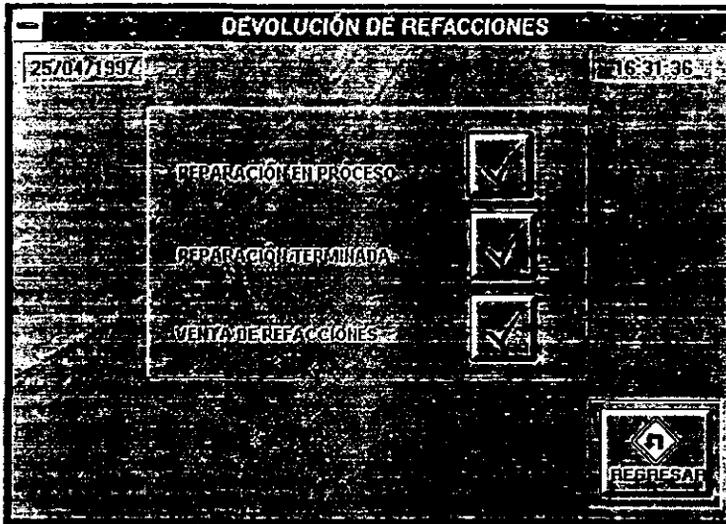


Figura 5-14. Tipos de devoluciones contempladas por el sistema.

5.4.1 Devoluciones Reparación en Proceso

Cuando se trata de una devolución durante una 'Reparación en Proceso', se presenta una pantalla como la mostrada a continuación (figura 5-15), donde el usuario puede seleccionar la orden de reparación (en 'VER ORDEN' de la barra de menú de la pantalla) que se encuentra en proceso y que requiere de un reemplazo de refacciones.

Al seleccionar la orden de reparación requerida, los datos contenidos en ésta serán mostrados en la tabla de la pantalla, en la cual, el usuario deberá indicar el estado y la cantidad de las refacciones que se han de devolver.

Al dar un 'doble click' en el renglón que contiene la refacción a devolver, se escribirá automáticamente en la última columna de la derecha de la tabla, una etiqueta que indica el estado de las refacciones contenidas en ese renglón. El estado que pueden presentar las refacciones a devolver puede ser: 'defectuosas' o 'equivocadas'.

Si las refacciones están equivocadas, automáticamente se indica como cantidad a devolver la cantidad que fue entregada para realizar la reparación.

Si las refacciones están defectuosas, entonces es el usuario quien indica la cantidad que se devolverá.

En la columna 6 de la tabla de la figura 5-15, se muestra la cantidad de refacciones disponibles de cada refacción mostrada. Si la disponibilidad no es suficiente para sustituir las refacciones devueltas, entonces el sistema verifica el tiempo en el que se consiguen las refacciones faltantes y, si es lo suficientemente corto (nivel I y II del tiempo de consecución)¹, entonces se podrá generar una 'requisición de compra inmediata (RCI)'.

En el caso de que el tiempo de consecución sea demasiado largo, entonces se tendrá que esperar el próximo embarque.

Cuando sea posible generar una Requisición de Compra Inmediata, el sistema mismo lo hará, indicando las refacciones y las cantidades. El RCI se imprimirá.

Una vez que se han indicado cuáles y cuántas refacciones se han de devolver, independientemente de si existe la disponibilidad suficiente o no, el usuario deberá presionar (click) en el botón 'ACEPTAR' para que se actualice la base de datos. Es decir dar de alta nuevamente en el sistema a las refacciones devueltas y dar de baja a las refacciones que sustituyan a éstas.

Cuando no se tengan las refacciones suficientes para reemplazar las devoluciones, se podrá hacer la entrega parcial de las refacciones y generar un RCI por las refacciones restantes, o bien informar que es necesario esperar el próximo embarque.

Con el botón 'REGRESAR', volvemos a la pantalla principal.

5.4.2 Devoluciones Reparación Terminada

Al presentarse una devolución de este tipo, previamente 'Recepción' comprueba si la *garantía de la reparación está vigente, y de ser así, se genera una nueva orden de reparación asociada al mismo vehículo, donde se incluyen las refacciones que se han de sustituir y la reparación correspondiente.*

En la pantalla correspondiente a este submódulo, se muestran las órdenes de reparación que han sido realizadas y que su garantía aún no expira al presionar la opción 'ÓRDENES' de la barra de menú (figura 5-16).

¹ Ver en el apéndice 'Tiempo de consecución'

Al seleccionar una de las órdenes de reparación, aparecerán en la tabla de la figura mencionada anteriormente, las refacciones que fueron expedidas para llevar a cabo la reparación.

El usuario indicará cuáles son las refacciones que se han de devolver y por qué causa. Al dar doble click en el renglón correspondiente a la refacción requerida, aparecerá en la columna 6 de la tabla el estado de la refacción. Si la(s) refacción(es) están defectuosas, también será necesario y indicar la cantidad.

Sólo cuando el usuario haya indicado el estado de las refacciones a devolver y la cantidad de éstas, podrá actualizar las modificaciones hechas a la orden de reparación - botón ACEPTAR -.

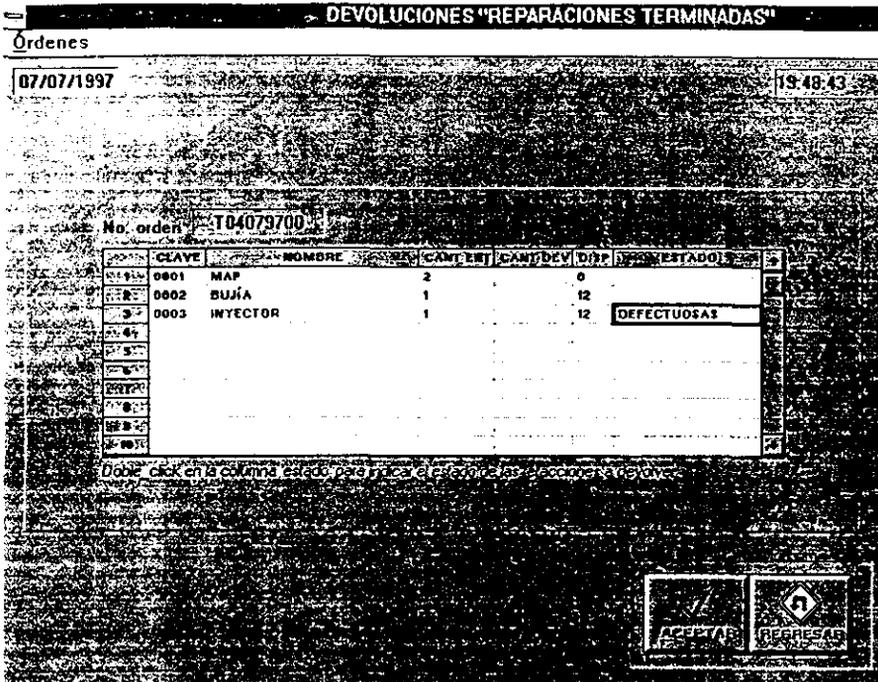


figura 5-16. Pantalla 'Devoluciones reparación terminada'

Al presionar el botón 'ACEPTAR', se actualizarán las tablas correspondientes de la base de datos, es decir, se darán de alta las refacciones devueltas al almacén - defectuosas o no -.

La salida de las refacciones que sustituyan a las que han sido devueltas en este submódulo, se llevará a cabo en el módulo de 'control de salidas', ya que para este caso, se habrá generado una nueva orden de reparación indicando el reproceso y las refacciones necesarias para efectuarlo.

5.4.3 Devoluciones Venta Externa

En este submódulo, se atenderán las devoluciones hechas por clientes externos al taller, es decir que adquirieron las refacciones a través de la refaccionaria.

Al efectuarse una venta externa, se genera un comprobante de venta donde se indica cuáles refacciones se vendieron y el costo de éstas. El comprobante se almacena en la base de datos y se imprime una copia para el cliente.

Al presentarse una devolución por esta vía, se verifica que el comprobante del cliente se encuentre registrado en la lista de comprobantes que se despliega al seleccionar la opción 'COMPROBANTES' de la barra de menú (figura 5-17).

Una vez seleccionado el comprobante requerido, se muestran en la pantalla los datos contenidos en la orden de venta relacionada, donde el usuario podrá indicar al sistema -con un doble click en el renglón correspondiente- cuáles serán las refacciones que se han de devolver.

Así mismo, se mostrará la cantidad de refacciones disponibles y el costo de las mismas para conocer si existe un saldo a favor o en contra de la refaccionaria.

En el caso de que se trate de una refacción defectuosa, el usuario indicará la cantidad de refacciones a devolver. Si se tratara de una refacción equivocada, la cantidad a devolver será la cantidad de refacciones vendidas.

Las refacciones se sustituirán con base en la cantidad disponible que se tenga. Si la disponibilidad no es suficiente se reembolsará el costo de éstas.

Al tratarse de refacciones equivocadas, se seleccionarán las refacciones adecuadas buscando por marca y modelo. En la lista adjunta aparecerán todas las refacciones correspondientes a la selección realizada, donde el usuario indicará la refacción que ha de sustituir a la refacción etiquetada como 'equivocada' dentro de la tabla. Al hacerlo cambiará el estado de ésta por el de 'sustituir'. Si la disponibilidad es suficiente se efectúa el reemplazo de refacciones y se muestra en la pantalla.

De existir más de un tipo de refacciones equivocadas en la misma orden de venta, se tendrá que sustituir una antes de indicar la siguiente.

DEVOLUCIONES "VENTA DE REFACCIONES"

Comprobantes

29/04/1997 18458

MARCA: CHRYSLER MODELO: STRATUS 96

CLAVE	NOMBRE	CANT	UNIDADES	DEP	COSTO	CANT DEV	REF DEV	ESTADO
0002	BUJIA	4	PIEZAS	5	12.5			
0003	INYECTOR	2	PIEZAS	15	51.4	2	0007	SUSTITUIR

001- MAP

002- BUCIA

003- INYECTOR

004- SENSOR MAP

005- AIR FLOW METER

006- BOMBA

007- REGULADOR

008- DISTRIBUIDOR

009- BOMBA

010- BOMBA

SUSTITUIR ACEPTAR REGRESAR

Figura 5-17. Devoluciones venta externa.

Una vez realizado el reemplazo de refacciones en la pantalla, se actualiza la información del sistema -click en el botón de aceptar-. En el caso de existir algún saldo, se indica en la orden de venta modificada para que el módulo de caja establezca el monto.

5.5 Actualizar inventarios

Con esta función se podrá realizar el conteo físico de las existencias del almacén y compararlo contra lo que el sistema nos indique, para conocer las desviaciones existentes y tomar las medidas pertinentes. Así mismo, se podrá obtener el total en pesos de las refacciones que se estén inventariando y las diferencias tanto en pesos como en piezas.

Existen tres opciones para realizar el inventario del almacén:

- inventario total
- inventario parcial o dirigido
- inventario muestral

El usuario podrá seleccionar la opción que más le convenga. Por ejemplo, si sólo quiere inventariar las refacciones de una marca en particular, podrá seleccionar la opción inventario dirigido y seleccionar sólo los datos de las refacciones que cumplan con el criterio de marca indicado.

En la figura 5-18 se observa que es necesario indicar a partir de cuándo se ha de tomar la última actualización del inventario. Por ejemplo, si la realización del conteo de refacciones nos lleva varios días, es necesario asegurarnos que al día siguiente de trabajo se actualicen sólo las refacciones que no se han inventariado durante el lapso de tiempo que se lleva en realizar el conteo. Es decir si el conteo comienza el lunes, y al día siguiente se continúa la labor, el período de tiempo que se debe indicar al sistema (figura 5-18) debe ser un período mayor o igual a dos días, lo que significa que se actualizarán todas las refacciones que no han sido actualizadas desde el periodo indicado.

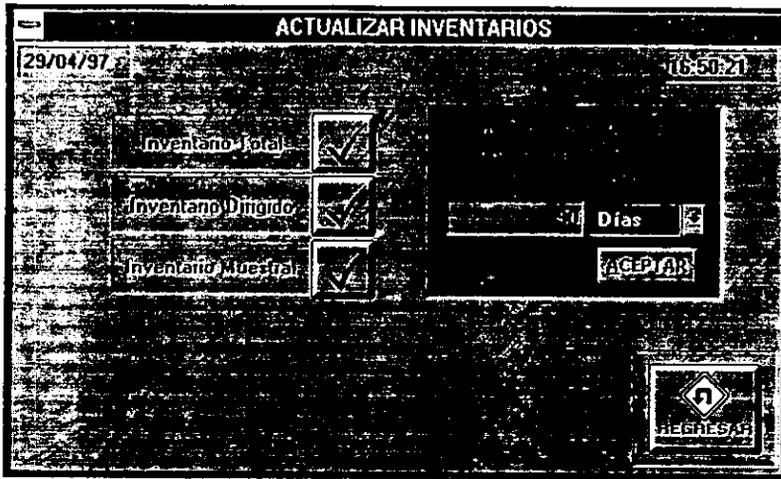


Figura 5-18. Opciones de la función control de inventarios.

5.5.1 Inventario total

En esta opción se mostrará una lista con 'todas' las refacciones contenidas en el sistema. Las refacciones aparecerán listadas en pantalla de acuerdo a su ubicación en el almacén para facilitar la captura de datos. (Fig. 5-19).

LA PRESENTACIÓN DEL MÓDULO DE INVENTARIOS

ACTUALIZAR INVENTARIO "TOTAL"

Ver

29/04/1997

ALMACEN	LOG.	CLAVE	NOMBRE	REF.	DOC.	UNID.	PRO.	VAL.	VAL.	VAL.	VAL.	VAL.	VAL.	DIFERENCIA
A11a		0003	BOMBA	11	0	11	10	0	10	-1		18	180	-18
A11a		0005	FILTRO DE GA:	6	6	0	6	6	0			17.5	105	0
A12a		0006	CABLES	2	0	2	2	0	2	0		62.2	124.4	0
A12a		0007	MANDA	16	2	18	16	2	18	0		13.7	282.6	0
A13a		0010	LUBRICANTE	17	4	21	17	4	21	0		99.9	2097.9	0
A21a		0011	BUJÍA	26	0	26	26	0	26	0		15	330	0
A21b		0020	INYECTOR	5	1	6						14.5		
A22a		0021	MAP	10	1	11						12.4		
A22b		0022	BOMBA	10	2	12						13.85		
A23a		0024	SENSOR MARI	8	1	9						3		
A23b		0023	FILTRO DE GA:	8	0	8						58		
A31a		0025	FILTRO DE GA:	10	0	10						10		
A31b		0004	SENSOR MARI	6	0	6						58.2		
A32a		0003	INYECTOR	20	2	22						31.4		
A32b		0008	SENSOR MARI	15	2	17						30		
A33a		0001	MAP	4	1	5						10		
A33b		0002	BUJÍA	5	0	5						12.5		
B11a		0012	INYECTOR	8	0	8								

Figura 5-19. Listado de todas las refacciones contenidas en el almacén.

En la tabla mostrada en la figura 5-19 se observa que la columna uno contiene la ubicación en el almacén de cada refacción. Cuando la información de esta columna está tachada significa que ya ha sido modificada la refacción contenida en esa ubicación.

Las columnas cuatro, cinco y seis contienen la información que proporciona el sistema en cuanto a las existencias. La columna (4) '*ref*' contiene la información de todas las refacciones no defectuosas. La columna (5) '*def*', la cantidad de refacciones defectuosas y la columna (6) '*tot*', la suma de las columnas *ref* y *def*.

Las siguientes tres columnas (7, 8 y 9), son similares a las anteriores, sólo que en ellas la información que se encuentra es la que ha introducido el usuario.

En la columna (10) se indica la diferencia en piezas entre los datos del sistema y los datos indicados por el usuario. Si la diferencia es positiva la cantidad aparece en azul, es decir, si lo que indica el sistema es menor a los datos reales. En el caso contrario, cuando el sistema reporta una cantidad mayor de refacciones que las que se tienen físicamente, entonces la diferencia se escribe con rojo.

En la columna (11) '*costo*' aparece el costo unitario. Al multiplicar el valor de esta columna por el valor de la columna nueve (total de refacciones físicas), se obtiene el valor de la columna doce (subtotal), donde se indica el subtotal en pesos por cada tipo de refacciones inventariadas.

La columna trece (diferencia en pesos) se obtiene de la multiplicación de la columna diez (diferencia en piezas) y la columna once (costo).

Se pueden modificar cuantas filas se deseen, es decir, todas o sólo algunas cuantas.

Cuando se han modificado las filas deseadas, se presiona el botón '*aceptar*' para que se guarden los cambios en la base de datos y se desactiva la tabla.

Para reanudar el proceso se presiona el botón '*reiniciar actualización*', el cual reactiva la parte de la tabla que contiene los datos aún no actualizados.

5.5.2 Inventario muestral

Para la realización de un inventario muestral, es necesario conocer el número de refacciones (diferentes) que intervendrán en el proceso. En este caso, se podrán utilizar el total de refacciones, o sólo una parte de ellas (selección de refacciones por marca).

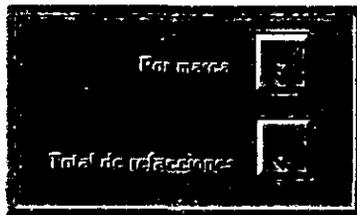


Figura 5-20. Opciones para realizar un inventario muestral.

En la figura 5-20 se observan las opciones que existen para realizar un inventario muestral. Al seleccionar cualquiera de éstas dos opciones, el sistema identifica cuáles son las refacciones que cumplen con el criterio y muestra la cantidad en la pantalla.

Si se elige realizar el muestreo del total de refacciones, se indica en la pantalla la cantidad de refacciones existentes para que el usuario determine el tamaño de muestra.

La generación de números aleatorios para tomar la muestra, es con base al tamaño de muestra indicado por el usuario. Éstos números se asocian de acuerdo a la clave de las refacciones. Por ejemplo, al tomar un tamaño de muestra de cinco, se obtienen cinco claves de refacciones relacionadas con los cinco números generados. En la figura 5-21, se puede observar que se obtuvieron las refacciones de acuerdo al tamaño de muestra indicado. Los números aleatorios no pueden repetirse, de esta forma no se mostrará en la pantalla información duplicada de alguna refacción.

INVENTARIO MUESTRAL

19/08/1997 18:05:53

LOG	CLAVE	NOMBRE	Datos del sistema			Datos de existencia			Diferencia		
			REF	DEF	TOT	REF	DEF	TOT	DIFERENCIA	COSTO	
1	A33	0001	MAP	8	4	12				16	
2	B10	0028		3	0	3					
3	B11	0012	INYECTOR	0	0	0				15,2	
4	B13	0026	FILTRO DE AIRE 2	0	0	2					
5	A12	0006	CABLES	2	0	2				62,2	
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											

TOTAL REACCIONES: 36

Figura 5-21. Muestra las refacciones obtenidas aleatoriamente de acuerdo al tamaño de muestra.

5.5.3 Inventario dirigido

Esta opción se debe seleccionar siempre que se requiera realizar un inventario a un área específica del almacén. Como se mencionó anteriormente, esta función nos permite revisar las existencias de refacciones de una marca en especial, y más aún, de un modelo o de un sistema funcional de un modelo específico.

En la figura 5-22 se observan los criterios de selección que se utilizan para realizar un inventario dirigido.

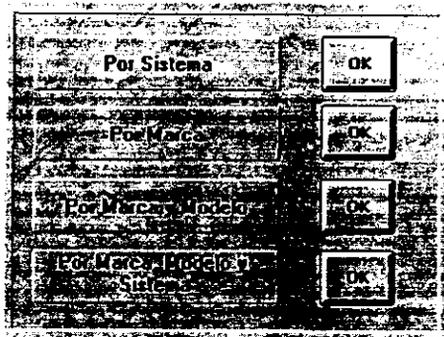


Figura 5-22. Diversas selecciones que se pueden realizar para un inventario dirigido.

Una vez que se ha realizado la selección de los criterios para realizar el inventario dirigido, entonces nuevamente se presenta una pantalla como la mostrada en la figura 5-21 conteniendo sólo las refacciones que cumplan con los criterios establecidos.

5.6 Actualizar Base de Datos

En este módulo se podrá actualizar, consultar, limpiar y respaldar la información de las tablas de la base de datos de 'inventarios'.

En la pantalla de la figura 5-23 se muestran los botones con los que se ejecutan las funciones mencionadas.

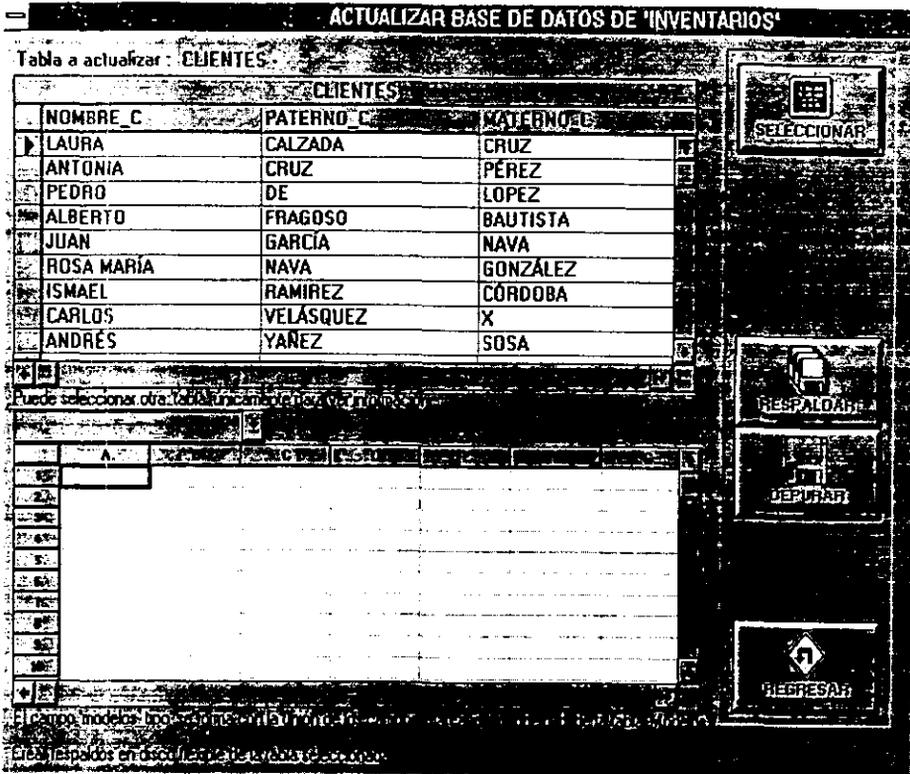


Figura 5-23. Submódulo 'Actualizar base de datos'.

Actualizar tablas

Con el botón 'seleccionar', se muestran todas las tablas que conforman la base de datos. Una vez que el usuario haya seleccionado una tabla, la información contenida en ésta se desplegará en la rejilla superior de la figura 5-23. Ahí, el usuario podrá modificar directamente la información, o bien adicionar y borrar registros.

Respaldar información

Con esta opción, se podrán crear respaldos de las tablas en disco flexible. El usuario sólo tiene que seleccionar la tabla botón 'seleccionar', colocar un disco flexible en la unidad correspondiente y presionar el botón (click) 'respaldar'. Para efectuar la operación, el sistema pide que se confirme la orden.

Depurar información

Con esta opción se elimina completamente la información de la tabla seleccionada, por lo cual, el sistema pide que se confirme la orden dos veces antes de realizarla (figura 5-24).

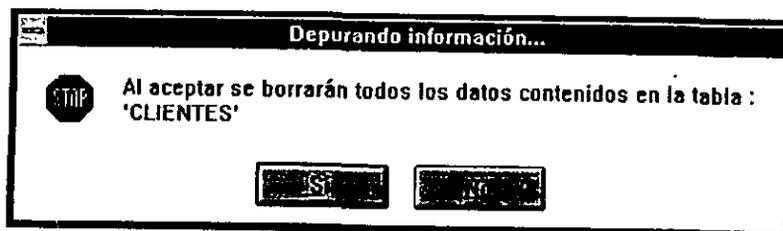


Figura 5-24. El usuario tendrá que confirmar la orden 'depurar tabla' antes de efectuar la operación.

Consultar tablas

Si lo que se desea es únicamente consultar la información de una tabla, pero sin modificarla se seleccionará la tabla de la lista desplegable que se encuentra arriba de la rejilla inferior de la figura 5-23. La información de la tabla seleccionada se desplegará en la rejilla inferior. Esta opción funciona principalmente cuando se

va a actualizar una tabla (datos desplegados en la rejilla superior) y es necesario consultar la información de otra tabla.

5.7 Análisis Estadístico

Para realizar el control de inventarios es necesario contar con información estadística suficiente para tomar decisiones respecto a los niveles de inventario, al punto de reorden, etc. En este módulo se genera información que permite observar cuál ha sido la refacción de más consumo en el mes, cuáles han sido las refacciones más consumidas en el año, etc.

Si bien, la información generada en éste submódulo no es toda la que se podría necesitar para una buena toma de decisiones, es suficiente para ver el comportamiento del inventario¹.

En la barra de menú de la siguiente figura se observan algunas de las opciones para generar estadísticos (figura 5-25). La opción seleccionada nos mostrará un gráfico donde se ilustren las refacciones con mayor consumo durante el mes -y año- indicado (figura 5-26).

¹ También se genera información estadística en el módulo de Compras que ayuda a complementar la que se presenta en este módulo .

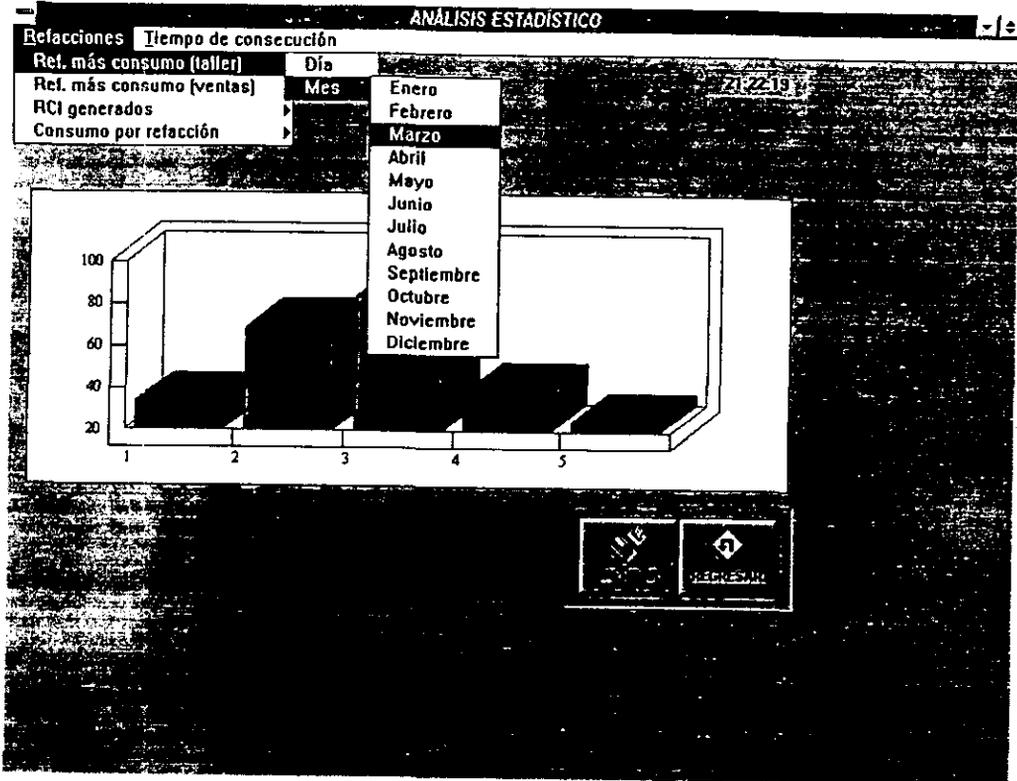


Figura 5-25. Menú de opciones para generar estadísticos.

En la figura 5-26, se observa la gráfica que indica cuáles han sido las refacciones que han registrado mayor demanda en el taller durante el mes de Marzo en el año indicado en la figura 5-25.

La opción '*Ref. más consumo (ventas)*', es similar a la anterior, sólo que únicamente se toma en cuenta el número de refacciones vendidas durante el periodo seleccionado y se muestra una gráfica similar a la de la figura 5-26.

Con la opción '*RCI generados*', se genera una gráfica con los RCI que se han requerido en el periodo que el usuario seleccione.

La opción '*Consumo por refacción*', se tendrá la información acerca de la utilización de una refacción en especial en un periodo determinado, que puede ser un mes o un año, obteniendo el consumo promedio.

Con la opción '*Tiempo de consecución*', el usuario podrá comprobar si el tiempo de consecución establecido para una refacción es válido dependiendo de los datos históricos de se dispongan.

Con el botón '*Imprimir*', se efectuará la impresión de la gráfica que se tenga en pantalla.

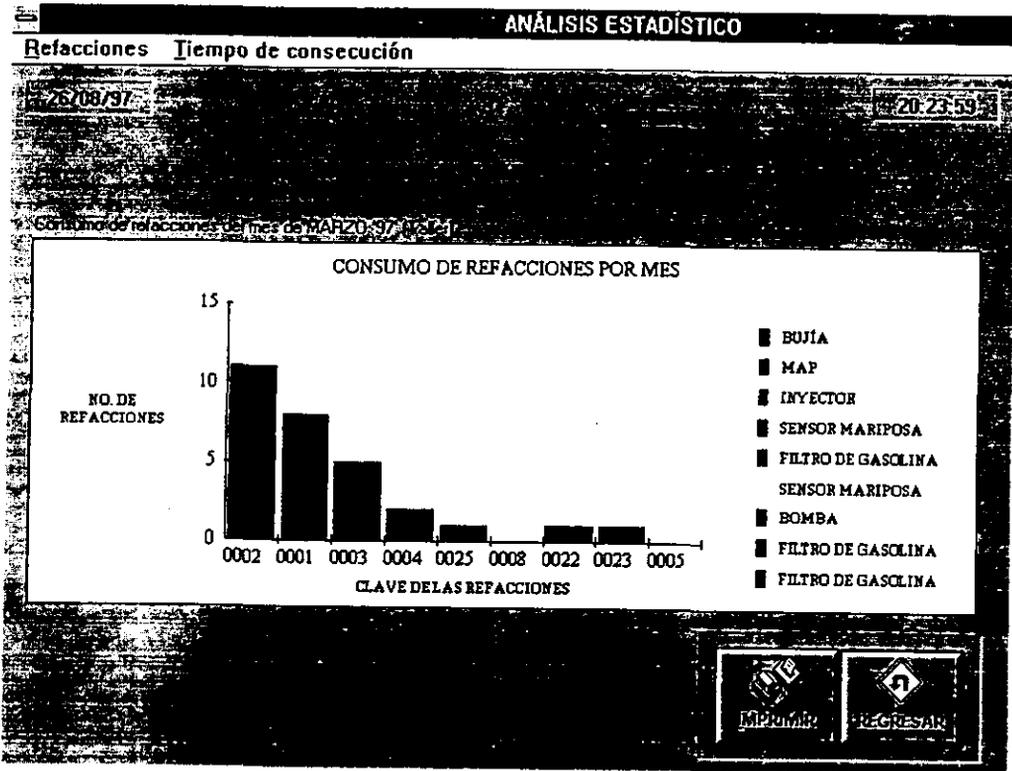


Figura 5-26. Gráfica de las refacciones de mayor consumo en el mes de marzo de 1997.

CONCLUSIONES

Durante la conceptualización y desarrollo del (SASR), se ha hecho notar que, la planeación juega un papel muy importante a la hora de realizar un proyecto. Es necesario planear para tener un panorama global de los alcances de la actividad que se llevará a cabo y poder puntualizar más rápidamente el área donde se requiera alguna mejora.

De esta forma, primeramente se trato de hacer un desglose de las actividades desempeñadas en el *proceso productivo del taller y agruparlas de acuerdo al área de desempeño*. Fue así como se definieron los diferentes módulos y las funciones que cada uno desempeñaría.

Para establecer las funciones realizadas por el módulo de inventarios fue necesario observar qué operaciones se llevan a cabo para el control, tales como establecer y mantener los niveles de inventarios, atender los requerimientos de refacciones de las distintas órdenes de reparación realizadas en el taller, ordenar y clasificar las refacciones, etc. Además, debido a que el taller contará con una refaccionaria, éstas operaciones deberán extenderse para que también satisfagan las necesidades de la demanda externa de refacciones.

Para asegurarnos que la información proporcionada por el sistema vaya de acuerdo con lo que realmente refleja el inventario del taller, se debe alimentar al sistema con la información real de los eventos ocurridos para que

los resultados que arroje éste sean realmente confiables, para lo cual se tendrá que comparar periódicamente la información del sistema con la realidad.

Es necesario señalar que la información arrojada por éste módulo alimentará a otros como el módulo de Compras, y así mismo otros módulos alimentarán a éste. Por esta razón es sumamente importante que la información que fluya entre cada uno de los módulos sea confiable, porque de lo contrario, al final de un ciclo de trabajo, la información del sistema no reflejará en lo absoluto lo que realmente está ocurriendo dentro de la planta productiva (taller).

Finalmente podemos concluir que, si el SASR opera adecuadamente se puede garantizar la óptima utilización de los recursos del taller, lo que nos lleva a lograr clientes satisfechos.

1.

BIBLIOGRAFÍA

- Administración de la producción
L. Tawfik
A. Tien M. Chauvel
Mc Graw Hill
Primera Edición 1992
- Cómo elegir la técnica de pronóstico correcta
Harvard Business Review: Julio - Agosto 1971
John C. Chambers
Satinder K. Mullick
Donald D. Smith
- Computer-aided manufacturing
Chien Chang
Richard A. Wysih
Hsu Pin Wang
Prentice Hall International (1991)
- Enciclopedia de Visual Basic
Fco. Javier Ceballos
Addison-Wesley Iberoamericana
Edición ra-ma (1994)
- Enfoques cuantitativos a la administración
Richard I. Levin
Charles A. Kirkpatrick
Compañía Editorial Continental (1983)
- Fundamentals of computer integrated manufacturing

Arthur L. Foston
Carolena L. Smith
Tony Au
Prentice Hall (1991)

- Modern production/Operations management

Elwood S. Buffa
Rakesh K. Sarin
Editorial John Wiley & Sons

- Sistemas integrados de control
de producción

Administración, análisis y diseño
Davis D. Bedworth
James E. Bailey
Editorial Limusa

- Solving Business Problems with MRP II

Alan D. Luber
Digital Press (1991)

- Solutions

Industrial Engineering
Reengineering the MRP II environment:
the key is successfully implementing change

APÉNDICE

- **Clave_producto.** Es la clave que identifica y abrevia el nombre de un producto específico. Ver definición de producto.

- **Demanda inmediata.** Debemos entender por demanda inmediata a la demanda por satisfacer en el momento de la operación. Por ejemplo, la demanda de una refacción por parte del cliente durante la venta de refacciones.

- **Lista de refacciones.** Así como existe una lista de materiales en manufactura donde se tienen todas las partes y subensambles que se requieren para la elaboración de un producto, en el caso del SASR se tiene una lista donde se tienen las refacciones que son necesarias para la realización de una reparación específica en un modelo específico (Ver modelo).

- **Modelo.** Es un conjunto de vehículos en los que se requiere, para un mismo tipo de reparación, refacciones idénticas. Así, si varios tipos de automóviles requieren de las mismas refacciones para que se les realice una afinación, todos estos vehículos corresponderán al mismo modelo. Por ejemplo, los Volks Wagen Sedán tienen año con año variaciones mínimas que podemos aprovechar para manejar a varios de estos modelos como si fueran uno mismo (Sedán1), con el fin de no duplicar información en la base de datos registrando una refacción varias veces porque sirve para más de un tipo de vehículo (tabla 1), en vez de ello se registra la refacción una sola vez y se indica a cuales modelos pertenece (tablas 2 y 3).

Clave ref	Modelo
1001	Sedán 90
1001	Sedán 91
1002	Sedán 90
1002	Sedán 91
1003	Sedán 91
1004	Sedán 90

Tabla 1. Duplicidad de información.

Modelo	Clave del modelo
Sedán 90	Sedán1
Sedán 91	Sedán2
Sedán 90,91	Sedán3

Tabla 2. Definición de nuestros modelos.

Clave de ref.	Modelos
1001	Sedán3
1002	Sedán3
1003	Sedán2
1004	Sedán1

Tabla 3. La refacción se registra una sola vez.

De la tabla 2 se observa que un automóvil puede pertenecer a varios modelos, esto se debe a que posiblemente no todas las refacciones coincidan con las de otro vehículo y por lo tanto hay que manejarlas por separado.

- **Producto.** Se define como producto al binomio formado por (modelo de automóvil-tipo de reparación). Un ejemplo de producto puede ser (Sedán1-Afinación), donde el modelo Sedán1 podría englobar a todos los Volks Wagen Sedán desde 1990 hasta 1993. Ver definición de modelo.

- **RCI (Requisición de Compra Inmediata).** Una requisición de compra inmediata se lleva a cabo cuando no se tienen las existencias de refacciones suficientes para satisfacer la demanda inmediata, para ello es necesario conocer el tiempo de consecución de la refacción demanda. Si el tiempo de consecución es corto, entonces se realiza la compra inmediata, de no ser así, entonces se realiza un pedido a nuestros proveedores o se espera a que llegue el embarque si es que el pedido ya había sido realizado. Ver tiempo de consecución.

- **Sistema.** Los sistemas de los automóviles quedan definidos de acuerdo al funcionamiento que realicen, por ejemplo, se tienen los sistemas de inyección de combustible, de encendido, de enfriamiento, etc.

- **Stock mínimo.** Es el nivel mínimo de inventario permitido en el almacén. Cuando un ítem del almacén llega a stock mínimo, es necesario que se gire una orden de reaprovisionamiento.

-**Tiempo de consecución.** Es el tiempo que se tarda en conseguir alguna refacción. El tiempo de consecución puede variar desde unas pocas horas hasta más de un día. Existe una clasificación para este concepto.

I. Consecución rápida. La refacción con esta clasificación podrá ser conseguida en menos de dos horas.

II. Consecución media. La refacción se puede conseguir en un período de tiempo entre 2 y 4 horas.

III. Consecución lenta. Para conseguir la refacción se requiere de más de un día.